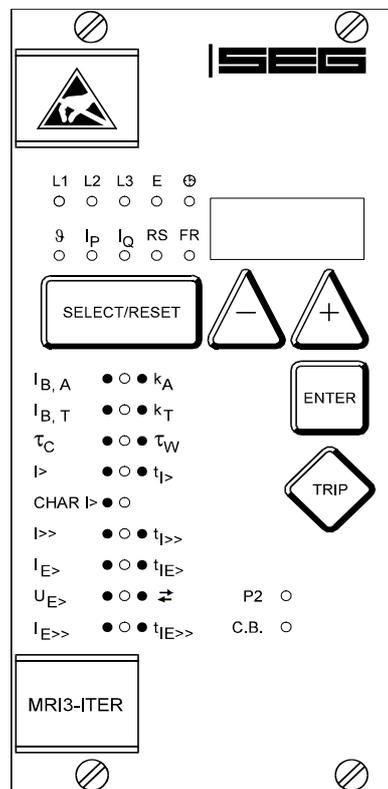


**MRI3-ITE(R)** – Электронный блок токовых зачит, защит от перегрузки и замыкания на землю



## Содержание

- 1 Введение и область применения
- 2 Функции и характеристики
- 3 Конструкция
  - 3.1 Подключение
    - 3.1.1 Аналоговые входные цепи
    - 3.1.2 Выходные реле
  - 3.2 Контакты выходных реле
    - 3.2.1 Блокирующий вход
    - 3.2.2 Внешний вход возврата
    - 3.2.3 Запись аварийных событий
  - 3.3 Передняя панель
- 4 Принцип работы
  - 4.1 Аналоговые цепи
  - 4.2 Цифровые цепи
  - 4.3 Защита по перегрузке
    - 4.3.1 Определения
  - 4.4 Алгоритм
  - 4.5 Защита от замыканий на землю
    - 4.5.1 Защита статора генератора от замыканий на землю
    - 4.5.2 Защита сети от замыканий на землю
  - 4.6 Свойство направленности замыканий на землю (блоки типа ER)
  - 4.7 Требования к сетевым Т.Т.
- 5 Работа и значения установленных параметров
  - 5.1 Отображение
    - 5.1.1 Светодиоды
  - 5.2 Процедура настройки
  - 5.3 Системные параметры
    - 5.3.1 Отображение измеряемых значений в первичных значениях фазы  $I_{prim}$
    - 5.3.2 Отображение тока замыкания на землю в первичном значении  $I_{prim}$  земли
    - 5.3.3 Отображение остаточного напряжения  $U_E$  в первичном значении ( $U_{prim}/U_{sec}$ )
    - 5.3.4 Подключение трансформатора напряжения для измерения остаточного напряжения (3pha/e-n/1:1)
    - 5.3.5 Номинальная частота
    - 5.3.6 Отображение возникновения активации (FLSH/NOFL)
  - 5.4 Параметры защит
    - 5.4.1 Пороговые значения температурной перегрузки  $I_{B,A}$  и  $I_{B,T}$
    - 5.4.2 Константа  $k$
    - 5.4.3 Константа времени  $\tau$
    - 5.4.4 Ток срабатывания для фазовых сверхтоков ( $I>$ )
    - 5.4.5 Кривые время/ток для модуля сверхтока фазы (MT3) (CHAR  $I>$ )
    - 5.4.6 Временная задержка срабатывания или коэффициент времени для модуля сверхтока фазы (MT3) ( $t_{I>}$ )
    - 5.4.7 Установка режима возврата для обратозависимой характеристики времени отключения в цепи фазового тока
      - 5.4.8 Уставка тока для второй ступени токовой отсечки ( $I>>$ )
      - 5.4.9 Задержка срабатывания для модуля второй ступени токовой отсечки ( $t_{I>>}$ )
      - 5.4.10 Пороговое значение для остаточного напряжения  $U_E$  (блоки защиты типа ITER)
      - 5.4.11 Уставка тока для модуля замыкания на землю ( $I_{E>}$ )
      - 5.4.12 Переброс режимов WARN/TRIP (блоки защиты типа ITER)
      - 5.4.13 Характеристики время-ток для модуля защиты от замыканий на землю (CHAR  $I_E$ ) (кроме блоков типа ER)
      - 5.4.14 Задержка срабатывания или коэффициент времени для модуля земляной защиты ( $t_{IE>}$ )
      - 5.4.15 Уставка режима возврата для характеристик с обратозависимым временем в цепи тока замыкания на землю (исключая блоки типа ER)
      - 5.4.16 Установка значения превышения тока для модуля второй ступени замыкания на землю ( $I_{E>>}$ )
      - 5.4.17 Уставка времени задержки второй ступени защиты от замыкания на землю ( $t_{IE>>}$ )
      - 5.4.18 Измерение COS/SIN (блоки типа ER)
      - 5.4.19 Время блокирования/срабатывания (только для блоков типа ITE)
      - 5.4.20 Защита по отказу выключателя  $t_{CBFP}$  (УРОВ)
      - 5.4.21 Установка адреса устройства
      - 5.4.22 Установка значения скорости передачи данных (только для протокола Modbus)
      - 5.4.23 Установка режима контроля по четности (только для протокола Modbus)
  - 5.5 Модуль записи аварийных событий
    - 5.5.1 Настройка модуля записи аварийных событий
    - 5.5.2 Количество записей аварийных событий
    - 5.5.3 Настройка возникновения пуска записи
    - 5.5.4 Предпусковое время записи ( $T_{pre}$ )
  - 5.6 Установка текущего времени
  - 5.7 Дополнительные функции
    - 5.7.1 Блокирование защитных функций
  - 5.8 Отображение измеренных значений и данных об аварийных событиях
    - 5.8.1 Отображение измеряемых значений
    - 5.8.2 Единицы измерения отображаемых значений
    - 5.8.3 Отображение аварийных событий
    - 5.8.4 Модуль памяти аварийных событий
  - 5.9 Возврат
    - 5.9.1 Стирание памяти аварийных событий
    - 5.9.2 Возврат регистра температурной защиты
- 6 Проверка и наладка блока защиты
  - 6.1 Включение
  - 6.2 Проверка выходных реле и светодиодов
  - 6.3 Проверка уставок
  - 6.4 Проверка вторичной прогрузкой

- 6.4.1 Тестовое оборудование
  - 6.4.2 Пример схемы для тестирования блока защиты *MRI3-ITER*
  - 6.4.3 Проверка измеренных значений и входных цепей
  - 6.4.4 Схема проверки блока с определением направленности замыкания на землю
  - 6.4.5 Проверка значений срабатывания и возврата
  - 6.4.6 Проверка времени
  - 6.4.7 Проверка элемента токовой отсечки
  - 6.4.8 Проверка функций внешнего блокирования и возврата
  - 6.4.9 Проверка внешнего блокирования функцией блокирование/отключение
  - 6.4.10 Проверка на отказ выключателя (УРОВ)
  - 6.5 Проверка первичной прогрузкой
  - 6.6 Техническое обслуживание
- 7 Технические данные
- 7.1 Цепи измерительных входов
  - 7.2 Общие данные
  - 7.3 Интервалы и шаг изменения уставок
    - 7.3.1 Системные параметры
    - 7.3.2 Токовая и температурная защита
    - 7.3.3 Защита от замыканий на землю
    - 7.3.4 Защита от замыканий на землю (блоки типа *ER*)
    - 7.3.5 Определение направления аварии (блоки типа *MRI3-ITER*)
    - 7.3.6 Время блокировки/размыкания \*\*
    - 7.3.7 Защита по отказу выключателя (УРОВ)
    - 7.3.8 Параметры интерфейса
    - 7.3.9 Параметры модуля записи аварийных событий
  - 7.4 Характеристики размыкания
    - 7.4.1 Характеристики температурной защиты
    - 7.4.2 Коэффициент предварительной нагрузки
    - 7.4.3 Блоки защиты от сверхтоков с обратозависимой характеристикой времени
  - 7.5 Кривые обратозависимого времени
  - 7.6 Выходные реле
- 8 Форма заказа

## 1 Введение и область применения

Цифровой многофункциональный блок защиты *MR13-ITE(R)* является универсальным устройством защиты генераторов, трансформаторов и кабелей от бросков тока и возрастания температуры. Блок обрабатывает полные температурные характеристики защищаемого электрооборудования, принимая в расчет его первоначальную нагрузку.

Более того, *MR13-ITE(R)* обеспечивает универсальную защиту по броскам тока и замыканиям на землю, осуществляя следующие функции:

- Интегрированное определение направления замыкания на землю в силовых сетях с изолированной нейтралью или нейтралью, изолированной дугогасящей катушкой (катушка Петерсона) (блоки типа ER),
- Срабатывание по сверхтоку с определенным (независимым) временем.
- Срабатывание по сверхтоку с обратнoзависимым временем согласно выбираемым кривым,
- Двухступенчатая (по низкой и высокой ступени превышения тока) защита при замыкании на землю с временными характеристиками как фиксированными (независимыми), так и обратнoзависимыми.

### Важно!

Дополнительные, общие для всех блоков защиты данные вы сможете найти в руководстве «Цифровые многофункциональные блоки защиты типа MR».

## 2 Функции и характеристики

- Микропроцессорная технология с реализацией постоянной самодиагностики,
- Измерение фазовых токов в виде их среднеквадратичного значения,
- Цифровое фильтрование измеренных значений с использованием дискретного преобразования Фурье для подавления высокочастотных гармоник и составляющих постоянного тока, вызванных авариями системы или ошибками в работе системы (только для тока замыкания на землю),
- Блок работает в соответствии с IEC 255-8, VDE 435 часть 3011 на реле защиты от перегрузок,
- Два набора параметров,
- Выбор защитных функций:
  - защита от бросков тока с независимым временем срабатывания, и
  - защита от бросков тока с обратнoзависимым временем срабатывания
- Выбираемые характеристики обратнoзависимого времени по IEC 255-4:
  - Нормальная инверсия (Тип А)
  - Сильная инверсия (Тип В)
  - Очень сильная инверсия (Тип С)
  - Особые характеристики,
- устанавливаемый режим возврата характеристик обратнoзависимого времени,
- модуль токовой отсечки с мгновенным срабатыванием или срабатыванием через определяемое время,
- двухступенчатая (обратнoзависимого и определенного времени) защита по сверхтокам для фазовых токов и для токов замыкания на землю,
- определение направления короткого замыкания на землю в системах с изолированной или компенсированной нейтралью,
- отображение измеряемых величин в качестве первичных значений,
- определение фазового тока при срабатывании выключателя и при защите по короткому замыканию,
- блокирование модуля токовой отсечки (например, для селективного определения аварий с помощью устройств защиты низшего уровня после неуспешного АПВ),
- Защитные функции могут быть свободно присвоены выходным реле (матрица назначения),
- Извлекаемые (из стойки) модули с цепями автоматического замыкания входов Т.Т. при извлечении этих модулей,
- запоминание аварийных значений при срабатывании защиты, а также времени отключения выключателя ( $t_{CBFP}$ ) до 5 событий энергонезависимо,
- запоминание до восьми случаев аварийных событий с присваиванием метки времени,
- Защита по отказу выключателя (УРОВ),
- возможен обмен данными через последовательный интерфейс RS485, альтернативно – по протоколам SEG RS485 Pro-Open Data или Modbus,

- Часы реального времени.(с синхронизацией)

### 3 Конструкция

#### 3.1 Подключение

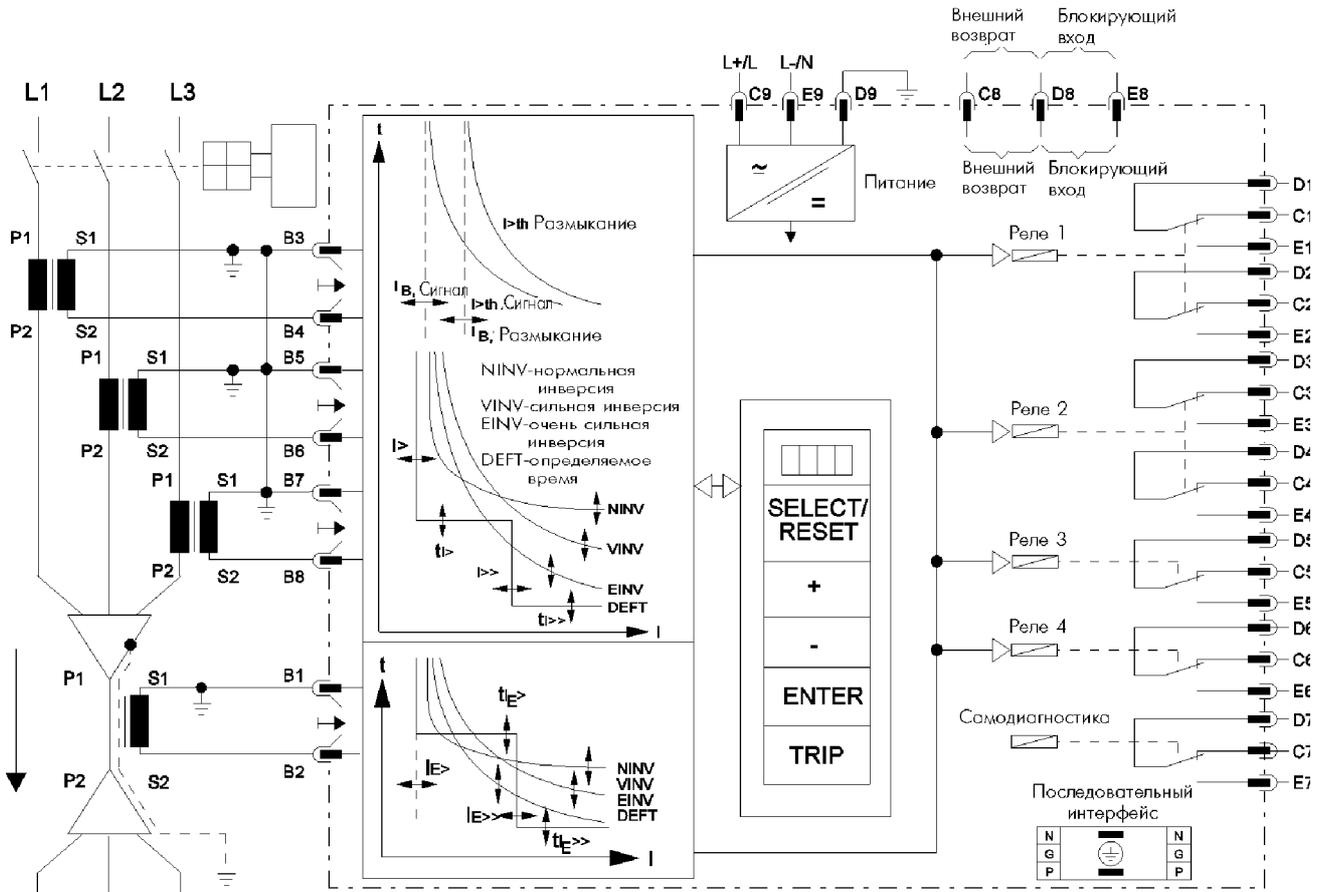


Рис.3.1: Блок-схема подключения

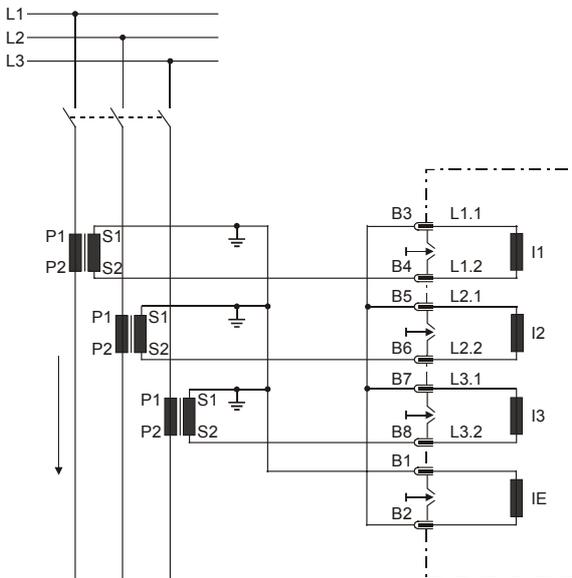


Рисунок 3.2: Измерение фазового тока и тока замыкания на землю с помощью схемы суммирования токов.

Эта схема подключения может использоваться, когда требуется комбинированное измерение тока фазы и замыкания на землю.

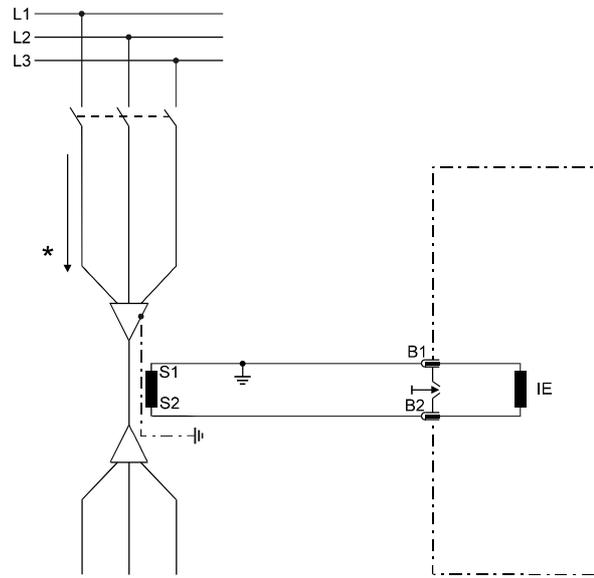


Рисунок 3.3: Измерение тока замыкания на землю при помощи Т.Т. с кольцевым сердечником (I<sub>г</sub>)

Когда требуется комбинированное измерение значений тока в фазах и замыкания на землю, подключение должно быть реализовано, как показано на рисунках 3.2 и 3.3.

### Измерение напряжения для определения направления:

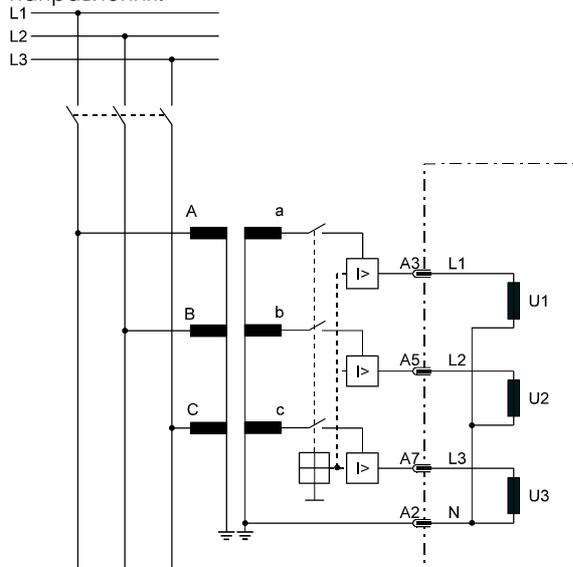


Рисунок 3.4: Измерение фазовых напряжений для определения направления при замыкании на землю ( $I_E$  и  $I_{E\Delta}$ ).

#### 3.1.1 Аналоговые входные цепи

На блок поступают аналоговые входные сигналы фазовых токов  $I_{L1}$  (B3-B4),  $I_{L2}$  (B5-B6),  $I_{L3}$  (B7-B8) и остаточного тока  $I_E$  (B1-B2), причем каждый - от отдельного входного трансформатора. Постоянно измеряемые величины значений тока электрически развязываются, фильтруются и, в конце концов, подаются на АЦП.

#### 3.1.2 Выходные реле

Два реле оборудованы двумя переключающими контактами, а каждое из остальных трех реле – одним переключающим контактом. Кроме реле для самодиагностики все защитные функции могут быть свободно присвоены:

- Реле 1: C1, D1, E1 и C2, D2, E2
- Реле 2: C3, D3, E3 и C4, D4, E4
- Реле 3: C5, D5, E5
- Реле 4: C6, D6, E6
- Реле 5: самодиагностика C7, D7, E7

Во всех отключающих и сигнальных реле ток протекает при срабатывании, а в реле для самодиагностики – в нормальном «холостом» состоянии.

#### 3.2 Контакты выходных реле

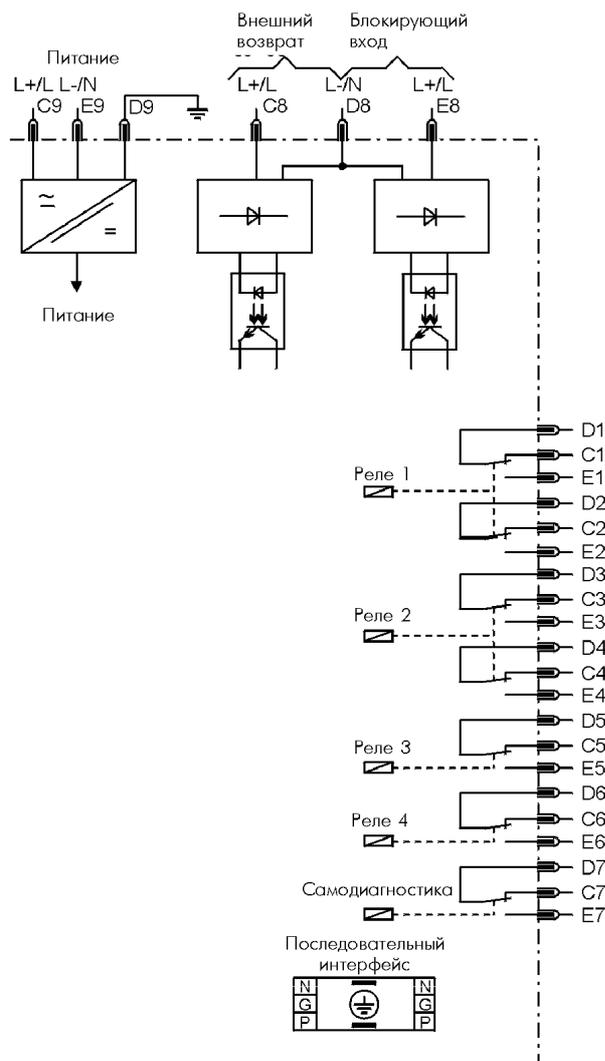


Рисунок 3.5: Выходные реле

#### 3.2.1 Блокирующий вход

Предварительно установленные функции защиты будут заблокированы, если к клеммам D8/E8 подключено напряжение (см. главу 5.7.1).

#### 3.2.2 Внешний вход возврата

См. подраздел 5.9.

### 3.2.3. Запись аварийных событий

В MRI3-ITER имеется модуль записи аварийных событий, записывающий мгновенные аналоговые значения измеряемых параметров. Мгновенные значения

$$i_{L1}, i_{L2}, i_{L3}, i_E, (i_{Ue})^*,$$

сканируются с шагом 1,25 мс при 50 Гц и - 1,041 мс при 60 Гц, записываясь при этом в циклический буфер. Возможно хранение в памяти информации об 1-8 аварийных событиях с общим временем записи 16 секунд при 50 Гц, и - 13,33 секунды при 60 Гц по каждому каналу.

#### Распределение памяти

Вне зависимости от времени записи память может быть разделена на различные виды аварийных событий с более коротким временем для каждого. В дополнение к этому, можно изменять режим стирания записи аварийных событий.

#### Без записи поверх старой информации

Если был выбран режим записи 2, 4 или 8 событий, общая память делится на соответствующее количество сегментов. Если в это максимально разрешенное число сегментов информация записана, запись последующих аварийных событий блокируется, чтобы избежать стирания старых данных. После того как данные считаны и удалены, модуль вновь готов для дальнейшей работы.

#### Запись поверх старой информации

Если был выбран режим записи 1, 3 или 7 событий, в общей памяти резервируется соответствующее число сегментов. Если вся память заполнена, новая запись будет осуществляться поверх самой старой.

Блок памяти аварийных событий организован в форме циркулярной памяти. На данном примере показано, как записываются 7 аварийных событий (новая запись осуществляется поверх старой).

Сегменты с 6 по 4 заняты.

Сегмент 5 в настоящее время записывается.

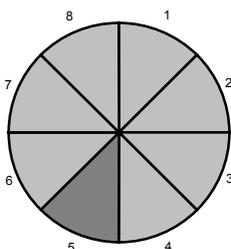


Рисунок 3.7: Распределение памяти, например, на 8 сегментов

Поскольку сегменты памяти 6,7 и 8 заняты, на примере показано, что общая память была использована более чем для 8 записей. Таким образом, получается, что в сегменте № 6 записано самое старое аварийное событие, а в сегменте № 4 – самое последнее.

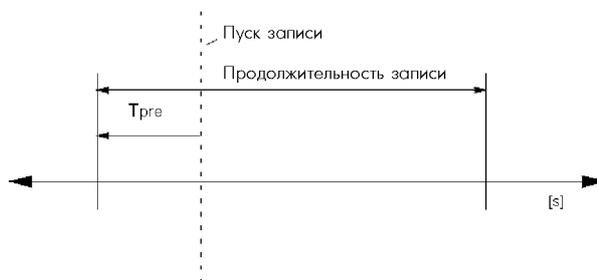


Рисунок 3.8. Временная диаграмма: схема записи аварийного процесса с предпусковым интервалом времени.

Для каждого сегмента памяти записывается определенное значение продолжительности времени перед запуском последовательности защитных действий

Данные могут быть считаны и обработаны на ПК программным пакетом HTL/PL-Soft4. Данные графически редактируются и отображаются. Также записывается и двоичное отображение, например процессы активации и размыкания.

### 3.3 Передняя панель

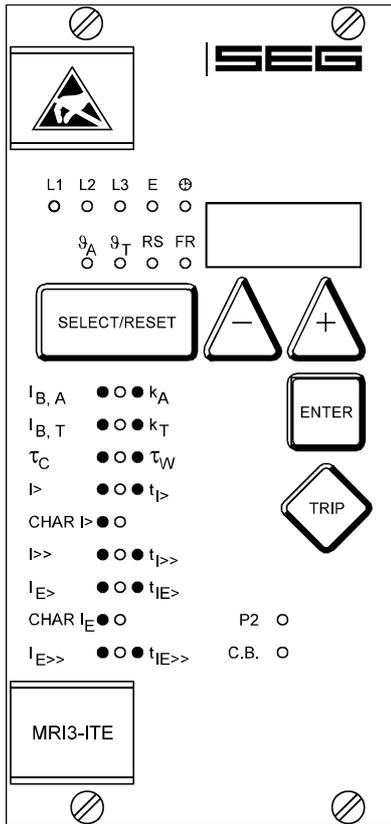


Рисунок 0.7: Передняя панель MRI3-ITE

Светодиоды RS,  $I_A$  и  $I_T$  светятся желтым (блоки MRI3-ITE).  
Светодиоды RS,  $I_P$  и  $I_Q$  светятся желтым (MRI3-ITER).  
Все другие светодиоды двухцветные. Светодиоды слева от алфавитно-цифрового дисплея во время проведения измерений светятся зеленым, а во время подачи сигнала тревоги – красным.

Светодиоды под кнопкой <SELECT/RESET> светятся зеленым во время ввода и запроса значений параметров, обозначения которых написаны слева от светодиодов. Светодиоды светятся красным, когда активируются значения, указанные справа от них.

Светодиод FR, светится в режиме ввода параметров для модуля записи аварийных событий.

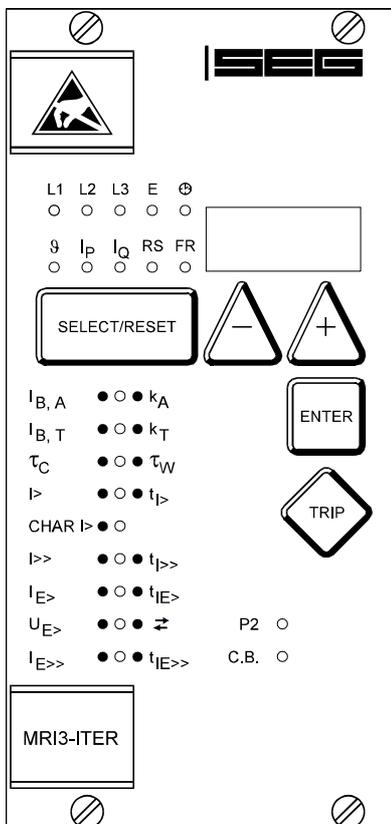


Рисунок 0.8: Передняя панель MRI3-ITER

## 4 Принцип работы

### 4.1 Аналоговые цепи

Токи, поступающие от сетевых Т.Т. на защищаемых объектах, преобразуются в сигналы напряжения, пропорциональные токам во входных трансформаторах и нагрузке. Помехи, вызванные индуктивными и емкостными связями, подавляются аналоговым RC фильтром. Аналоговые сигналы напряжения подаются на АЦП микропроцессора, и схемой регистров преобразовываются в цифровые сигналы. Аналоговые сигналы оцифровываются на частоте 50 Гц (60 Гц) с частотой дискретизации 800 Гц (960 Гц), т.е. с периодом сканирования в 1,25 мс (1,04 мс) для каждого измеряемого параметра.

### 4.2 Цифровые цепи

Важной частью **MRI3-ITE** является мощный микроконтроллер. Все операции, начиная от аналогово-цифрового преобразования и кончая принятием «решения» об отключении, выполняются на цифровом уровне микроконтроллером. Программа блока защиты записана в EPROM (стираемое программируемое ПЗУ).

По этой программе ЦПУ микроконтроллера рассчитывает три фазовых тока и ток замыкания на землю для того, чтобы распознать возможную аварию на защищаемом объекте. Для того, чтобы рассчитать значение тока, эффективный цифровой фильтр на основании преобразования Фурье (DFFT – дискретное быстрое преобразование Фурье) подавляет высокочастотные гармоники и постоянные составляющие тока, вызванные возникшими из-за аварии переходными процессами или прочими помехами в сети.

Рассчитанные таким образом фактические значения тока сравниваются с уставками блока. В случае если время, в течение которого ток превышает значение уставки задержки срабатывания или температурной защиты, генерируется сигнал тревоги. В зависимости от их настройки будут также активированы выходные реле.

Значения уставок блока хранятся в памяти параметров EEPROM (электронно-перепрограммируемая постоянная память), так что фактические значения параметров блока не могут пропасть даже при перебоях в электропитании.

Микропроцессор находится под наблюдением таймера самодиагностики. В случае возникновения неисправности этот таймер обнулится (reset) микропроцессор и выдаст сигнал тревоги через выходное реле самодиагностики.

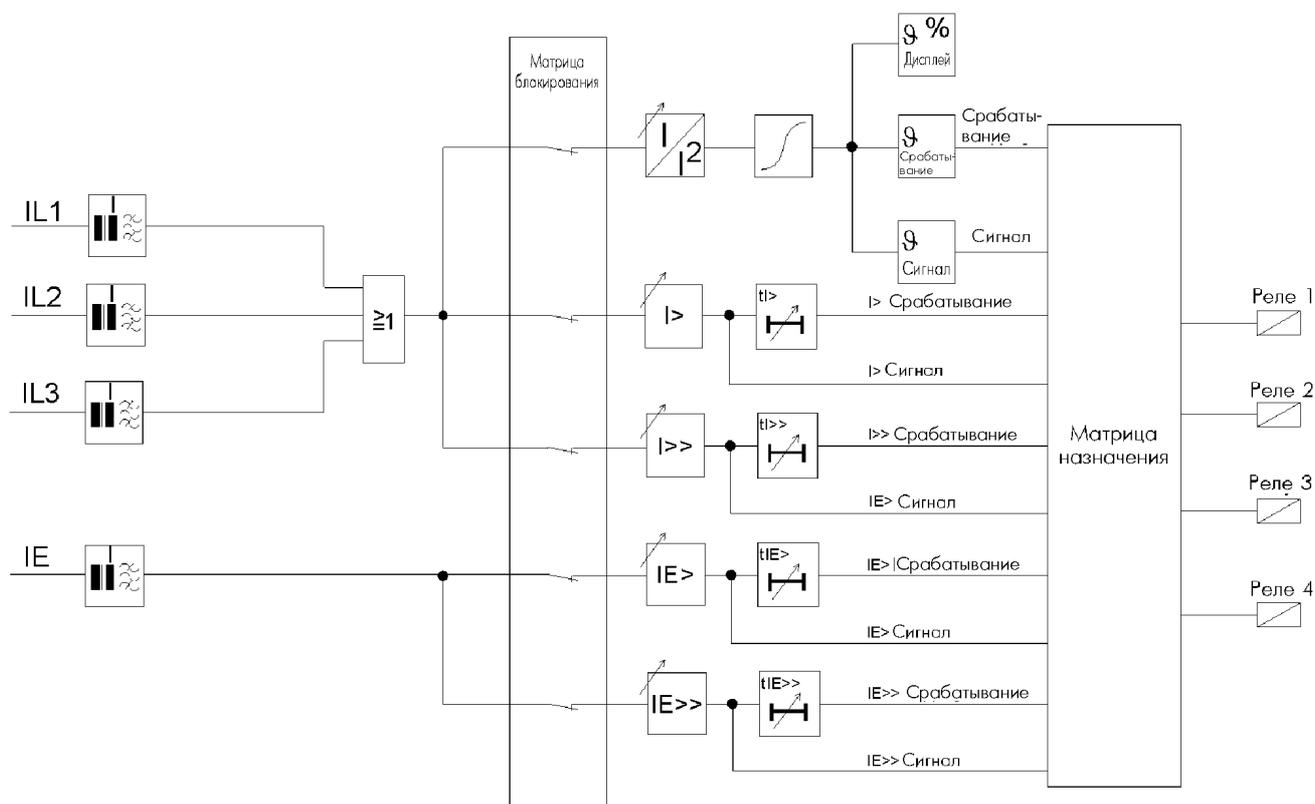


Рисунок 4.1: Блок-схема

### 4.3 Защита по перегрузке

#### 4.3.1 Определения

##### Базовый ток $I_B$ :

Установите ограничительное значение тока перегрузки, при котором блок срабатывать не должен. Это значение, вообще говоря, будет максимально допустимым рабочим значением тока, учитывающим дополнительно влияющие на нагрев факторы (например, рассеиваемое трансформаторным маслом тепло или воздушную конвекцию).

Устанавливаемые параметры перегрузки относятся к этому первичному току.

##### Константа времени $k$ :

Эта константа должна быть умножена на базовый ток, чтобы определить значение тока, которое может быть выше  $I_B$ .

Рекомендации при защите двигателя:

$$k = 1 \dots 1,2$$

Значение по умолчанию для MRI3-ITE(R):

$$k = 0.5$$

##### Примечание:

Для расчета температурного эквивалента во внимание должен приниматься только базовый ток:  $I_B^2 \sim \vartheta$ .

Константа  $k$  используется для определения порогового значения ( $I_B \cdot k$ ) и для расчета температуры, при которой по прошествии длительного времени защищаемый объект достигает состояния срабатывания ( $\vartheta_{ср\text{об}} = k^2 \cdot \vartheta$  100%).

- Установка значения номинального тока  $I_N$  (например,  $1 \cdot I_N$ ) и выбор коэффициента перегрузки  $k$  (например, 1,2). Отсюда получается пороговое значение  $1,2 \cdot I_N$  и значение размыкания 144 %.

##### Температурная константа времени $\tau$ :

Обозначает время, за которое температура защищаемого объекта достигает 63 % обычной рабочей температуры (см. данные электрооборудования или руководствуйтесь практическими соображениями). Правило большого пальца: если ток  $I$  постоянен, приблизительно 63 % максимальной температуры будет достигнуто за  $t = \tau$ . По истечении времени  $t = 5 \cdot \tau$  будет почти достигнута максимальная постоянная температура (99%).

Имейте в виду, что время разогрева и время остывания могут быть различными!!!

##### Условия срабатывания защиты с учетом предварительной нагрузки:

Характеристика с полной функцией запоминания учитывает температурный эффект тока перед возникновением перегрузки в защищаемом электрическом объекте.

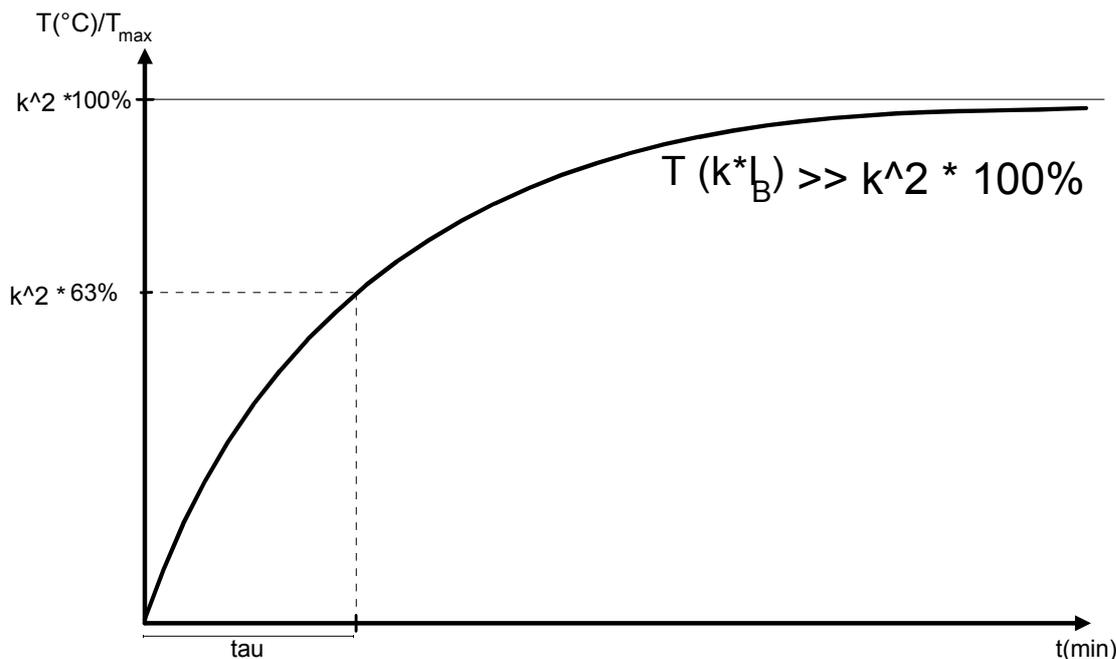


Рисунок 4.2: Температурная постоянная времени  $\tau$

#### 4.4 Алгоритм

Основываясь на определенной температурной модели, можно рассчитать объем энергии  $Q$ ,

приложенной к электрооборудованию. По прошествии длительного времени и в сочетании с постоянной токовой нагрузкой будет достигнуто постоянное состояние, при котором температура электрооборудования больше повышаться не будет. Тепло, подаваемое на устройство, равно рассеиваемому им теплу (постоянный энергетический баланс).

$$Q_{\text{рассеивания}} = Q_{\text{получения}}$$

Получаемая электрооборудованием тепловая энергия, так же, как и его температура  $\vartheta$ , в постоянных условиях пропорциональны квадрату фазового тока (то есть активным потерям трансформатора и потерям в его сердечнике).

$$Q \sim I^2 \quad \text{или} \quad \vartheta \sim I^2$$

Следовательно, пороговое значение в *MRI3-ITE* определяется значением  $I_B$ , и имеет силу следующее соотношение:

$$\vartheta_n \cdot k^2 \sim (I_B \cdot k)^2$$

Поэтому необходимо знать реальную температуру  $T$  электрооборудования. Эта температура  $\vartheta$  (в %) описывается в модуле температурной реакции через температурный эквивалент  $k \cdot I_B$ . Находясь в максимально допустимых рабочих условиях, т.е. будучи нагруженным максимально допустимым рабочим током  $I_B$ , электрооборудование достигает максимально разрешенной рабочей температуры  $\vartheta_B$ . Для этой нагрузки температурный эквивалент определяется как  $k^2 \cdot 100\%$ .

$$\vartheta (\%) = \frac{I^2}{(k \cdot I_B)^2} \cdot 100\%$$

Пример: При нагрузке  $I = 0,9 \times (k \cdot I_B)$  и  $k \cdot I_B = 1,2$ , и с вышеуказанным определением, электрооборудование достигает 81 % максимально допустимой рабочей температуры. Для электрооборудования, которое – после начальной нагрузки – будет нагружено сверх допустимого базового тока ( $I > k \cdot I_B$ ), получится следующая температурная кривая:

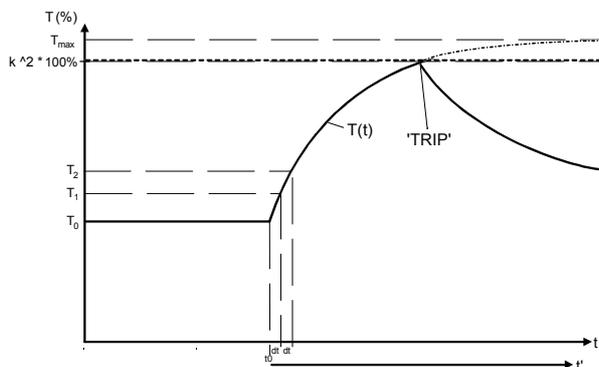


Рис 4.3: Разогрев электрооборудования (TRIP – размыкание)

Температурный эквивалент ( $T = \vartheta$ ) описывается экспоненциальной функцией

для ( $\vartheta > \vartheta_0$ ):

$$\vartheta(t') = \vartheta_0 + (\vartheta_{\text{max}} - \vartheta_0) \cdot (1 - e^{-\frac{t'}{\tau}})$$

после транспозиции:

$$\vartheta(t') = \vartheta_{\text{max}} + (\vartheta_0 - \vartheta_{\text{max}}) \cdot e^{-\frac{t'}{\tau}}$$

Если  $(t') \geq k^2 \cdot 100\%$  активируется элемент подачи сигнала тревоги или отключения.

Температура после дифференцирования по  $dt$  может быть рассчитана следующим образом:

$$\vartheta_1 = \vartheta_{\text{max}} + (\vartheta_0 - \vartheta_{\text{max}}) \cdot e^{-\frac{dt}{\tau}}$$

После двукратного дифференцирования по  $dt$ :

$$\vartheta_2 = \vartheta_{\text{max}} + (\vartheta_0 - \vartheta_{\text{max}}) \cdot e^{-\frac{2dt}{\tau}} \quad \text{или}$$

$$\vartheta_2 = \vartheta_{\text{max}} + (\vartheta_1 - \vartheta_{\text{max}}) \cdot e^{-\frac{dt}{\tau}}$$

вообще говоря:

$$\vartheta_n = \vartheta_{\text{max}} + (\vartheta_{n-1} - \vartheta_{\text{max}}) \cdot e^{-\frac{dt}{\tau}}$$

Таким образом, была получена рекурсивная формула, из которой для расчета температурного эквивалента  $\vartheta_n$ :

- последнее значение  $\vartheta_{n-1}$ ,
- постоянное окончательное значение  $\vartheta_{\text{max}}$  для фактического тока,
- установленная константа времени  $\tau$ ,
- и время, начиная с которого должен быть известен последний расчет  $dt$ .

Аналогичным образом, для расчета температурного эквивалента  $\vartheta$  с  $\vartheta_{\max}$  применяется следующая формула:

$$\vartheta(t) = \frac{I^2}{(k \cdot I_B)^2} \cdot 100\% + \left( \vartheta_0 - \frac{I^2}{(k \cdot I_B)^2} \cdot 100\% \right) \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

где  $I$  = самый большой измеренный фазовый ток.

При каждом последующем расчетном шаге  $n$  моментальный температурный коэффициент определяется следующим образом:

$$\vartheta_n = \frac{I_n^2}{(k \cdot I_B)^2} \cdot 100\% + \left( \vartheta_{n-1} - \frac{I_n^2}{(k \cdot I_B)^2} \cdot 100\% \right) \cdot e^{-\frac{dt}{\tau}}$$

где  $I_n$ : Наибольший измеренный фазовый ток в течение  $n$ -ного расчетного шага  
 $dt$ : Интервал времени между отдельными расчетными шагами  
 $\vartheta_{n-1}$ : Температурный коэффициент предыдущего расчетного шага

Температурный эквивалент  $\vartheta_{n-1}$  не будет рассчитываться после запуска защитной программы (подключения внешнего напряжения питания), поэтому температурное состояние защищаемого электрооборудования будет считаться холодным. Если, однако, электрооборудование первоначально было нагружено, по времени это займет около  $3 \times \tau_{\text{разогрева}}$  (при постоянной нагрузке) до тех пор, когда температурный эквивалент будет соответствовать реальному состоянию.

Различные константы времени:

После выключения электрооборудования ( $I_n = 0$ ) температура будет падать и стремиться к  $\vartheta_n = 0$  (т.е. температуре окружающего воздуха).

е.г.:  $\tau_{\text{остывания}} = 2 \cdot \tau_{\text{разогрева}}$

Например, в зависимости от соотношения между последним измеренным током и фактическим током для расчета будет применена константа разогрева или константа остывания.

$$I_n \geq I_{n-1} \Rightarrow \text{разогрев}$$

$$I_n < I_{n-1} \Rightarrow \text{остывание}$$

Если блок питается от сети, которую защищает, т.е. если на блок не подается внешнее напряжение питания после срабатывания выключателя, должно учитываться следующее: после восстановления напряжения питания подразумевается, что электрооборудование находится в холодном состоянии, что не соответствует реальному состоянию электрооборудования. Поэтому блок защиты должен питаться от внешнего источника питания.

Критерием срабатывания элемента подачи тревоги или сигнала отключения по температурному состоянию является:

$$\vartheta_{\text{Trip}} > k^2 \cdot 100\%$$

Эффективные значения измеренных фазовых токов определяются вычислением корня интеграла квадрата мгновенного периодического тока. Расчет температурного эквивалента всегда основывается на значении самого большого из трех фазовых токов.

## 4.5 Защита от замыканий на землю

### 4.5.1 Защита статора генератора от замыканий на землю

Когда нейтраль генератора заземлена, как это показано на рис 4.4, *MRI3-ITER* срабатывает только при однофазных замыканиях на землю между генератором и точкой, где установлены подключенные к блоку защиты Т.Т.

Замыкания, произошедшие за Т.Т., т.е. со стороны потребителя или линии, распознаны не будут.

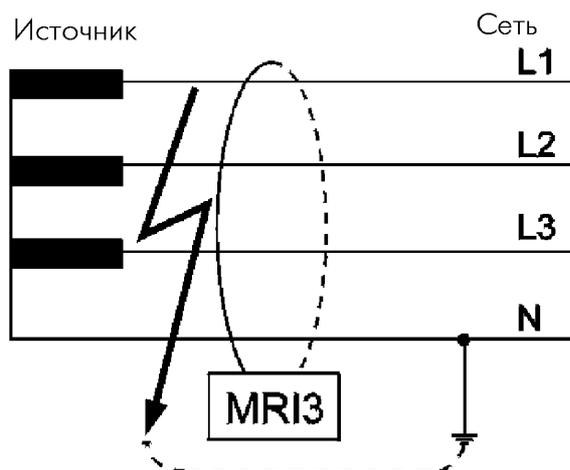


Рисунок 4.4: Защита статора от замыканий на землю

### 4.5.2 Защита сети от замыканий на землю

Когда нейтраль генератора заземлена, как это показано на рисунке 4.5, *MRI3-ITER* срабатывает только при замыканиях на землю в электросети, подключенной к генератору. Он не будет реагировать, если замыкания на землю возникли на клеммах генератора или в его статоре.

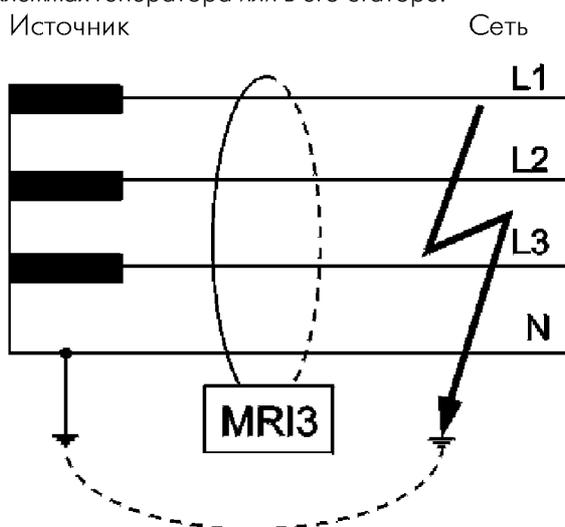


Рисунок 4.5: Защита электросети от замыканий на землю

#### 4.6 Свойство направленности замыканий на землю (блоки типа ER)

Встроенный модуль направленности замыканий на землю может быть применен в силовых сетях, нейтраль которых либо изолирована, либо компенсирована дугоподавляющей катушкой. Для определения направления при замыкании на землю главным вопросом является оценка направления мощности в системе нулевой последовательности. И остаточное напряжение, и ток в нейтрали (остаточный) в защищаемой линии должны быть оценены для принятия корректного решения. В изолированных или компенсированных системах для определения направления замыкания на землю измерение реактивной или активной мощности является решающим. Поэтому необходимо настроить блок на измерение соответственно методами  $\sin \varphi$  или  $\cos \varphi$ , в зависимости от метода подключения нейтрали.

Остаточное напряжение  $U_{E\Gamma}$ , требуемое для определения направления замыкания на землю, может быть измерено тремя различными способами, в зависимости от подключения Т.Н. (см. табл. 4.1.). Суммарный ток может быть измерен подключением модуля либо к тороидальному Т.Т., либо к фазовым Т.Т. по схеме суммирования токов. Однако максимальная чувствительность достигается, когда MRI3-ITER подключен к тороидальному Т.Т. (см. рис. 3.2).

Токи срабатывания  $I_{E>}$  и  $I_{E<>}$  (активная или реактивная составляющая тока при применении метода  $\cos \varphi$  или  $\sin \varphi$ ) для **блоков** типа ER могут быть установлены в интервале от 0,01 до  $0,45 \times I_N$ .

Возможность установки	Случай применения	Подключение трансформатора напряжения	Измеряемое напряжение при замыкании на землю	Коэффициент коррекции для остаточного напряжения
"3pha"	3-фазный трансформатор напряжения подключен к клеммам A3, A5, A7, A2		$\sqrt{3} \times U_N = 3 \times U_{1N}$	$K = 1 / 3$
"e-n"	e-n обмотка подключена к клеммам A3, A2		$U_N = \sqrt{3} \times U_{1N}$	$K = 1 / \sqrt{3}$
"1:1"	Напряжение нейтрали (= остаточному напряжению) на клеммах A3, A2		$U_{1N} = U_{NE}$	$K = 1$

Таблица 4.1: Подключение трансформаторов напряжения

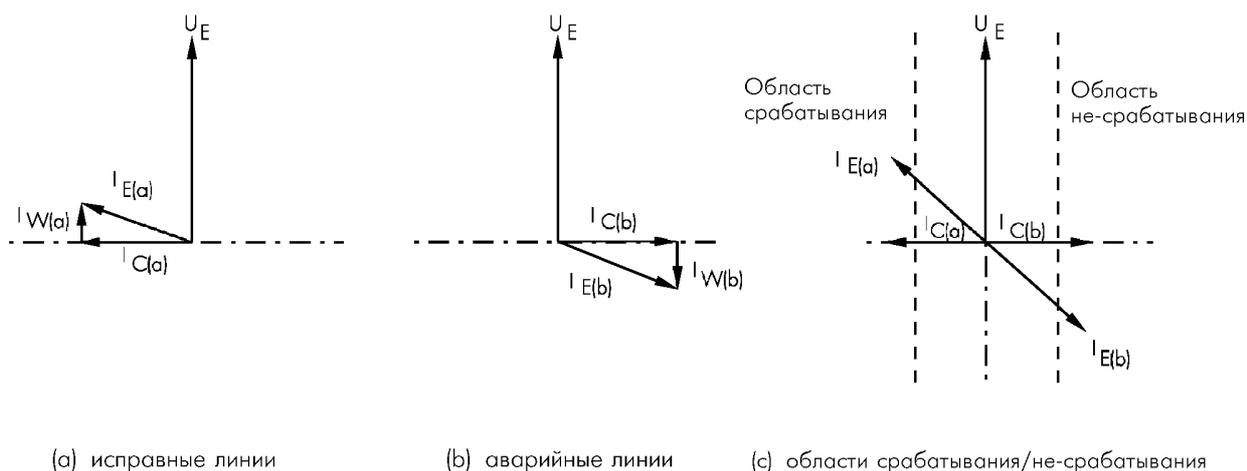


Рисунок 4.9: Положение фазы между остаточным напряжением и током нулевой последовательности для исправных и поврежденных линий в случае изолированных систем ( $\sin \varphi$ )

- $U_E$  - остаточное напряжение
- $I_E$  - ток нулевой последовательности
- $I_C$  - емкостной компонент тока нулевой последовательности
- $I_W$  - активная составляющая тока нулевой последовательности

Посредством расчета реактивной составляющей тока (установка  $\sin \varphi$ ) и, затем, сравнением фазового угла в отношении к остаточному напряжению  $U_E$ , блок типа ER/XR определяет, замыкание на землю в защищаемой линии.

В исправных линиях емкостная составляющая  $I_C(a)$  суммарного тока опережает остаточное напряжение на угол  $90^\circ$ . В поврежденной линии емкостной ток  $I_C(b)$  отстает от остаточного напряжения на  $90^\circ$ .

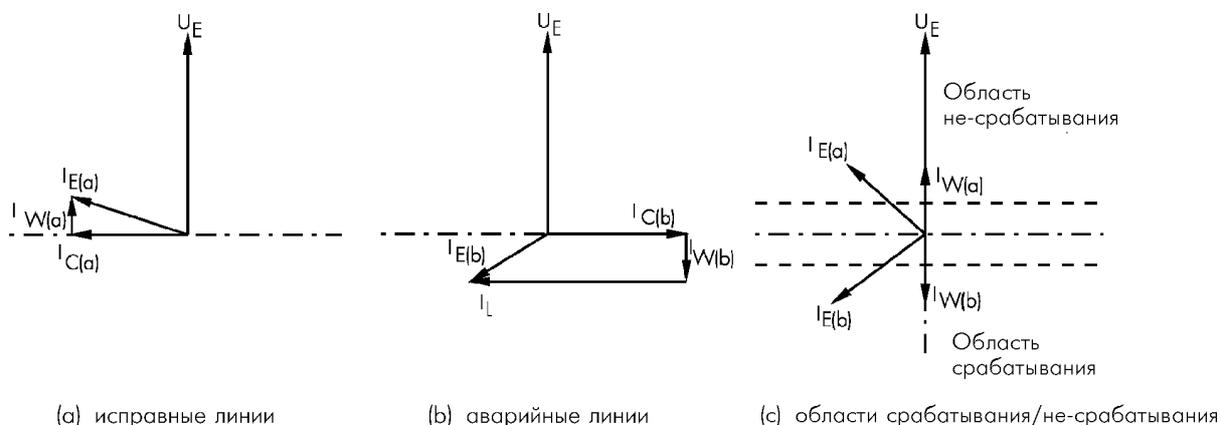


Рис. 4.10: Положение фазы между остаточным напряжением и током нулевой последовательности на исправных и поврежденных линиях в случае компенсированных систем ( $\cos \varphi$ )

- $U_E$  - остаточное напряжение
- $I_E$  - ток нулевой последовательности
- $I_L$  - индуктивная составляющая тока нулевой последовательности (появившаяся благодаря наличию катушки Петерсена)
- $I_C$  - емкостная составляющая тока нулевой последовательности
- $I_W$  - активная составляющая тока нулевой последовательности

В компенсированных сетях направление замыкания на землю не может быть распознано измерением реактивных составляющих тока, поскольку реактивная составляющая тока замыкания на землю зависит от уровня компенсации в сети. Для определения направления используется активная составляющая суммарного тока (рассчитанная установкой  $\cos \varphi$ ).

Резистивная составляющая в исправной линии синфазна с остаточным напряжением, тогда как резистивная составляющая в неисправной линии противоположна ему по фазе.

Гармоники и переходные процессы при аварии подавляются с помощью эффективного цифрового фильтра. Таким образом, нечетные гармоники, которые, например, вызваны электрической дугой при аварии, не оказывают влияния на защитную функцию.

#### **4.7 Требования к сетевым Т.Т.**

Т.Т. должны рассчитываться так, чтобы в нижеприведенных рабочих интервалах токов не возникало насыщение:

Функция сверхтоков  
с независимым временем:  $K1 = 2$   
Функция сверхтоков  
с обратозависимым временем:  $K1 = 20$   
Функция второй ступени защиты:  $K1 = 1.2 - 1.5$

$K1$  = Коэффициент тока относительно уставки

Более того, трансформаторы тока должны быть рассчитаны в соответствии с максимальным предполагаемым током короткого замыкания в сети или в защищаемых объектах. Низкое потребление энергии в токовой цепи **блока MRI3-ITER**, а именно  $<0.2$  ВА, оказывает положительное действие на выбор Т.Т. Из этого следует, что, если электромеханическое реле будет заменено на *MRI3-ITER*, при использовании того же самого трансформатора тока повысится высокоточная граница Т.Т.

## 5 Работа и установка значений параметров

### 5.1 Отображение

Функция	Показания дисплея	Нажатая кнопка	Соответствующий светодиод
Обычная работа	SEG		
Измеренные рабочие значения	Фактические значения измеренных величин в отношении к $I_N$ , Температурный эквивалент в %	<SELECT/RESET> по одному нажатию для каждого значения	L1, L2, L3, E $\vartheta_A, \vartheta_T, I_P, I_Q$
Превышение диапазона измерений	max	<SELECT/RESET>	$\vartheta_A$ и $\vartheta_T$
Отображение тока как повторения вторичного номинального	SEC 0.002-50.0 kA=prim	<+> <-><SELECT/RESET>	L1, L2, L3, E
Номинальная частота	f = 50 / f = 60	<+> <-><SELECT/RESET>	
Включение мигания светодиодов после активации	FLSH/NOFL	<+> <-><SELECT/RESET>	
Константа k	Коэффициент базового тока	<+> <-><SELECT/RESET>	Ka и k <sub>T</sub>
Константа времени τ	Постоянная времени разогрева/остывания	<+> <-><SELECT/RESET>	τ <sub>C</sub> и τ <sub>W</sub>
Блокирование функции	EXIT	<+> до максимального значения уставки	Светодиод заблокированного параметра
Характеристики	DEFT, NINV, VINV, EINV, LONG, RINV,	<+> <-><SELECT/RESET> CHAR I>	
Защита по отказу выключателя (УРОВ)	CBFP	После аварийного отключения	С.В.
Записываемые данные об аварийных событиях	Фазовые токи, токи заземления и температурный эквивалент	<SELECT/RESET> по одному нажатию для каждой фазы	L1, L2, L3, E $\vartheta_A$ и $\vartheta_T$
Просмотр памяти аварийных событий	FLT1, FLT2.....	<+> <-><SELECT/RESET>	L1, L2, L3, E I>, I>>, I <sub>E&gt;</sub> , I <sub>E&gt;&gt;</sub>
Стирание памяти аварийных событий	WAIT	<+> <-><SELECT/RESET>	
Срабатывание блока защиты	TRIP	<TRIP> или по аварийному отключению	
Ввод пароля	„XXXX“	<+><-> <ENTER> <SELECT/RESET>	
Возврат системы	SEG	<SELECT/RESET> нажать и подержать около 3 секунд	
Ручное отключение	TRI?	<TRIP> нажать трижды	
Запрос пароля	PSW?	<TRIP><ENTER>	
Блокирование защитной функции	BLOC, NO_B	<ENTER> и <TRIP>	
Смена функции блокирования <sup>2)</sup>	PR_B, TR_B	<ENTER> и <TRIP>; <+><->	I>, I>>, I <sub>E&gt;</sub> , I <sub>E&gt;&gt;</sub> или t <sub>I&gt;</sub> , t <sub>I&gt;&gt;</sub> , t <sub>I<sub>E&gt;</sub></sub> , t <sub>I<sub>E&gt;&gt;</sub></sub>
Назначение реле	например _ 2 _ _	<ENTER> и <TRIP>	
Сигнал пуска записи аварийных событий	P_UP; A_PI; TRIP; TEST	<+> <-><SELECT/RESET>	F.R.
Количество аварийных событий	S = 2, S = 4, S = 8	<+> <-><SELECT/RESET>	F.R.
Отображение даты и времени	Y = 99, M = 10, D = 1, h = 12, m = 2, s = 12	<+> <-><SELECT/RESET>	□
Адрес устройства последовательного интерфейса	1-32	<+> <-><SELECT/RESET>	RS
Функция	Показания дисплея	Нажатая кнопка	Соответствующий светодиод
Скорость передачи данных <sup>1)</sup>	1200-9600	<SELECT/RESET> <+><->	RS
Контроль четности <sup>1)</sup>	Even/odd/no	<SELECT/RESET> <+><->	RS
Переключение набора уставок	SET1; SET2	<+> <-><SELECT/RESET>	P2
Установка параметров: токи и задержки времени срабатывания	Установка параметров тока и времени	<SELECT/RESET> по одному нажатию для каждого параметра	I <sub>B,A</sub> ; I <sub>B,T</sub> ; Ka; k <sub>T</sub> ; I>; CHAR I>; t <sub>I&gt;</sub> ; I>>; t <sub>I&gt;&gt;</sub> ; I <sub>E&gt;</sub> ; CHAR I <sub>E&gt;</sub> ; t <sub>I<sub>E&gt;</sub></sub> ;

			$I_{E>>}$ $t_{IE>>}$
Записать параметр?	SAV?	<ENTER>	
Записать параметр!	SAV!	<ENTER> нажать приблизительно на 3 секунды	
Отображение версии программного обеспечения	Первая часть (например D21-) Вторая часть (например 1.00)	<TRIP> по одному нажатию для каждой части	
Настройка измерения остаточного напряжения $U_{E>}$	1:1; e-n; 3pha	<+> <-><SELECT/RESET>	$U_{E>}$

Рисунок 5.1: Возможная индикация сообщений на дисплее

<sup>1)</sup> только для протокола Modbus <sup>2)</sup> только для блоков защиты ITE

### 5.1.1 Светодиоды

Светодиод	Режим	Цвет	Режим свечения светодиода	Значение
L1, L2, L3, E	Отображение измеряемых значений	Зеленый	Светится постоянно	Измерение тока (тока фазы или заземления)
$\vartheta_A$ and $\vartheta_T$	Отображение измеряемых значений	Желтый	Светится постоянно	Измерение температурного эквивалента (%)
L1, L2, L3, E	Достижение порогового значения	Красный	Мигает	Срабатывание по сверхтоку (ток фазы или заземления)
IP, IQ*	Отображение измеряемых значений	Желтый	Светится постоянно	<b>Wirk- und Blindstromanteil f. Erdstrom (извините, здесь немецкий!!!)</b>
$\vartheta_A$ и $\vartheta_T$	Достижение порогового значения	Желтый	Мигает	Превышен первичный ток ( $I_B^*k$ )
$\vartheta_A$ и $\vartheta_T^*$	Достижение порогового значения	Зеленый	Мигает	Превышен первичный ток ( $I_B^*k$ )
$\vartheta_A$ и $\vartheta_T^*$	Достижение порогового значения	Красный	Мигает	Превышен первичный ток ( $I_B^*k$ )
L1, L2, L3, E, ( $I_{>}, I_{>>}, I_{E>}, I_{E>>}$ )	После достижения порогового значения	Зеленый	Мигает быстро	Сигнализирует о превышении порогового значения (только в комбинации с элементом размыкания)
L1, L2, L3, E	Срабатывание	Красный	Светится постоянно	Срабатывание по сверхтоку (ток фазы или заземления)
L1, L2, L3, E, $\vartheta_A$ и $\vartheta_T$ ( $I_{B,A}, I_{B,T}$ )	После достижения порогового значения	Желтый	Мигает быстро	Сигнализирует о превышении порогового значения (только в комбинации с элементом размыкания)
$\vartheta_A$	Сигнал тревоги при $k^2 \cdot 100\%$	Желтый	Светится постоянно	Достигнут температурный предел элемента первой ступени
$\vartheta_T$	Срабатывание при $k^2 \cdot 100\%$	Желтый	Светится постоянно	Достигнут температурный предел элемента размыкания
$\vartheta_A^*$	Сигнал тревоги $k^2 \cdot 100\%$	Желтый	Светится постоянно	Достигнут температурный предел элемента первой ступени
$\vartheta_T^*$	Срабатывание при $k^2 \cdot 100\%$	Желтый	Светится постоянно	Достигнут температурный предел элемента размыкания
$I_{B,A}$	Установка параметра	Зеленый	Светится постоянно	Установление точки переключения
$K_A$	Установка параметра	Красный	Светится постоянно	Определение константы
$I_{B,A}(\vartheta_A)$	Достижение порогового значения	Зеленый	Мигает	Превышение первичного тока ( $I_{B,A}^*k$ )
$I_{B,A}(\vartheta_A)$	Срабатывание	Красный	Мигает	Достигнут температурный предел элемента первой ступени
$I_{B,T}$	Установка параметра	Зеленый	Светится постоянно	Установление точки переключения
$k_T$	Установка параметра	Красный	Светится постоянно	Определение константы
$I_{B,A}(\vartheta_T)$	Достижение порогового значения	Красный	Мигает	Превышение первичного тока ( $I_{B,T}^*k$ )
$I_{B,T}(\vartheta_T)$	Срабатывание	Красный	Светится постоянно	Достигнут температурный предел элемента размыкания
$\tau_C$	Установка параметра	Зеленый	Светится постоянно	Константа времени остывания
$\tau_W$	Установка параметра	Красный	Светится постоянно	Константа времени разогрева

Наименование светодиода	Режим	Цвет	Режим свечения светодиода	Значение
I>	Установка параметра	Зеленый	Светится постоянно	Установление точки переключения I>
CHAR I>	Установка параметра	Зеленый	Светится постоянно	Выбранный параметр
t <sub>I&gt;</sub>	Установка параметра	Красный	Светится постоянно	Установка времени задержки t <sub>I&gt;</sub>
t <sub>I&gt;</sub> , CHAR I>	Установка параметра	Красный/зеленый	Светится постоянно	Возврат режима активации
I>, t <sub>I&gt;</sub>	Достижение порогового значения	Красный	Мигает	Достижение порогового значения I>
I>, t <sub>I&gt;</sub>	Срабатывание	Красный	Светится постоянно	разомкнуто по I>
I>>	Установка параметра	Зеленый	Светится постоянно	Установление точки переключения I>>
t <sub>I&gt;&gt;</sub>	Установка параметра	Красный	Светится постоянно	Установка времени задержки t <sub>I&gt;&gt;</sub>
I>>, t <sub>I&gt;&gt;</sub>	Достижение порогового значения	Красный	Мигает	Достижение порогового значения I>>
I>>, t <sub>I&gt;&gt;</sub>	Достижение порогового значения	Красный	Светится постоянно	Разомкнуто по I>>
I <sub>E&gt;</sub>	Установка параметра	Зеленый	Светится постоянно	Установление точки переключения I>
CHAR I <sub>E&gt;</sub> **	Установка параметра	Зеленый	Светится постоянно	Выбранный параметр
t <sub>I<sub>E&gt;</sub></sub>	Установка параметра	Красный	Светится постоянно	Установка времени задержки t <sub>I<sub>E&gt;</sub></sub>
t <sub>I<sub>E&gt;</sub></sub> , CHAR I <sub>E&gt;</sub> **	Установка параметра	Красный/зеленый	Светится постоянно	Возврат режима активации
→←*	Достижение порогового значения или срабатывание	Красный	Светится постоянно	Определение направления по земляному току
I <sub>E&gt;</sub> , t <sub>I<sub>E&gt;</sub></sub>	Достижение порогового значения	Красный	Мигает	Достигнут порог срабатывания I <sub>E&gt;</sub>
I <sub>E&gt;</sub> , t <sub>I<sub>E&gt;</sub></sub>	Срабатывание	Красный	Светится постоянно	Разомкнуто по I <sub>E&gt;</sub>
I <sub>E&gt;&gt;</sub>	Установка параметра	Зеленый	Светится постоянно	Установление точки переключения I <sub>E&gt;&gt;</sub>
t <sub>I<sub>E&gt;&gt;</sub></sub>	Установка параметра	Красный	Светится постоянно	Установка времени задержки t <sub>I<sub>E&gt;&gt;</sub></sub>
I <sub>E&gt;&gt;</sub> , t <sub>I<sub>E&gt;&gt;</sub></sub>	Достижение порогового значения	Красный	Мигает	Достигнут порог срабатывания I <sub>E&gt;&gt;</sub>
I <sub>E&gt;&gt;</sub> , t <sub>I<sub>E&gt;&gt;</sub></sub>	Срабатывание	Красный	Светится постоянно	Разомкнуто по I <sub>E&gt;&gt;</sub>
RS	Установка параметра	Желтый	Светится постоянно	Установка адреса устройства

Таблица 5.2: Индикация светодиодов

\* только для блоков типа MRI3-ITER

\*\* только для блоков типа MRI3-ITE

## 5.2 Процедура настройки

После нажатия <SELECT/RESET> всегда высвечивается следующее измеряемое значение. Вначале показываются измеренные значения параметра, а затем уставки. Нажатием <ENTER> уставки могут быть непосредственно вызваны и изменены. Перед началом ввода уставок должен быть введен пароль (см. подраздел 4.4. описания "MR - Цифровые многофункциональные блоки защиты").

## 5.3 Системные параметры

### 5.3.1 Отображение измеряемых значений в первичных значениях фазы ( $I_{\text{prim phase}}$ )

С помощью этого параметра можно вызвать индикацию в качестве первичного измеряемого значения. Для этого параметр должен быть установлен равным номинальному первичному току Т.Т. Если для параметра установлено значение "SEK", то измеряемое значение будет показано как кратное номинальному вторичному току Т.Т.

Пример:  
Используемый Т.Т. 1500/5А. Фактический ток равен 1380 А. Параметр установлен на 1500 А, и на дисплее показывается "1380 А". Если параметр установлен на "SEK", на дисплее будет "0.92" x In.

Примечание:  
Значение уставки выставляется на кратное вторичному току Т.Т.

### 5.3.2 Отображение тока замыкания на землю в первичном значении D ( $I_{\text{prim земля}}$ )

Параметр для этой функции должен быть установлен так же, как описано в разделе 5.3.1.

### 5.3.3 Отображение остаточного напряжения $U_{\text{E}}$ в первичном значении ( $U_{\text{prim}}/U_{\text{sec}}$ )

Остаточное напряжение может быть показано в качестве первичного значения. Для этого параметра соответственно должен быть установлен коэффициент трансформации Т.Н. Если значение параметра установлено на "SEK", измеряемое значение будет показано в виде вторичного напряжения.

Пример:  
Т.Н. используется на 10 kV/100 V. Отношение преобразования равно 100, и именно это значение должно быть установлено. Если все-таки номинальное вторичное напряжение должно показываться, данный параметр должен быть установлен на 1.

### 5.3.4 Подключение трансформатора напряжения для измерения остаточного напряжения ( $3\phi a/e-n/1:1$ )

В зависимости от подключения трансформатора напряжения к блоку типа ER/XR можно выбрать одну из трех возможностей измерения остаточного напряжения (см. подраздел 4.6).

### 5.3.5 Номинальная частота

В качестве параметра адаптированному FFT-алгоритму необходимо значение номинальной частоты для корректного цифрового стробирования и фильтрации входных токов. При нажатии <SELECT> дисплей покажет "f=50" или "f=60". Требуемая номинальная частота может быть подстроена при помощи <+> или <->, а затем записана в память нажатием <ENTER>.

### 5.3.6 Отображение возникновения активации (FLSH/NOFL)

Если после активации фактический ток падает ниже значения срабатывания, например  $I_{\text{L}}$ , без инициирования отключения – светодиод  $I_{\text{L}}$  быстрым миганием просигнализирует, что произошла активация. Светодиод будет продолжать мигать до тех пор, пока не будет возвращен (нажатием кнопки <RESET>). Мигание может быть подавлено, когда параметр установлен на NOFL

### 5.3.7 Переключение параметров/внешнее включение записи аварийных событий

С помощью переключателя параметров можно активировать любой из двух наборов параметров. Это переключение можно выполнить либо программным путем, либо через входы возврата RESET, либо через вход блокирования. Альтернативно, внешние входы могут использоваться либо для возврата, либо для блокирования пуска модуля записи аварийных событий.

Программный параметр	Использование блокирующего входа как:	Использование входа RESET как:
SET1	Блокирующий вход	Возврат
SET2	Блокирующий вход	Возврат
B_S2	Переключатель параметров	Возврат
R_S2	Блокирующий вход	Переключатель параметров
B_FR	Внешний пуск записи аварийных событий	Возврат
R_FR	Блокирующий вход	Внешний пуск записи аварийных событий
S2_FR	Переключатель параметров	Внешний пуск записи аварийных событий

Когда параметры установлены на SET1 или SET2, набор параметров активируется программным путем. В этом случае клеммы C8/D8 и D8/E8 могут использоваться как вход возврата или блокирующий.

Когда параметр установлен на B\_S2, блокирующий вход (D8, E8) используется как переключатель набора параметров. Когда параметр установлен на B\_FR, модуль записи аварийных событий немедленно активируется через блокирующий вход. В этом случае в течение всего времени записи на передней панели будет светиться светодиод FR. Если параметр установлен на R\_FR, модуль записи аварийных событий будет активирован через вход возврата. Когда параметр установлен на S2\_FR, набор параметров 2 будет активирован через блокирующий вход, а/или модуль записи аварийных событий – через вход возврата. Соответствующая функция тогда будет выполняться посредством подачи напряжения на один из внешних входов.

#### Важное замечание:

Если вход RESET используется в качестве переключателя набора параметров, то он не может

использоваться для возврата. При использовании внешнего входа BLOCKING защитные функции должны быть отдельно деактивированы программным блокированием (см. раздел 5.7.1).

## 5.4 Параметры защит

### 5.4.1 Пороговые значения температурной перегрузки $I_{B,A}$ и $I_{B,T}$

Максимально допустимый рабочий ток или – как вариант – номинальный ток защищаемого объекта может быть использован для определения базового тока  $I_B$ , основываясь на номинальных вторичных значениях. 100 % температурного эквивалента  $\vartheta$  затем соответствуют максимально допустимой рабочей температуре или – как вариант – номинальной рабочей температуре.

Преобразования во вторичные значения должны быть выполнены в соответствии со следующей формулой:

$$I_B = \frac{I_{B,prim}}{n_z} \cdot \frac{1}{I_{N,MRI}}$$

где  $I_{B,prim}$ : значение максимального базового тока в А,  
 $n_z$ : коэффициент трансформации Т.Т.  
 $I_{N,MRI}$ : номинальный ток блока

Пример:

$$I_{B,prim} = 450 \text{ A}; n_1 = \frac{500 \text{ A}}{1 \text{ A}}; I_{N,MRI} = 1 \text{ A}$$

$$I_B = \frac{450 \text{ A}}{500} \cdot \frac{1}{1 \text{ A}} = 0,9$$

### 5.4.2 Константа k

Константа k описывает допустимый коэффициент перегрузки. Этот коэффициент определяет уровень изменения порогового значения, при котором блок защиты активируется и при котором он срабатывает.

### 5.4.3 Константа времени $\tau$

Подробные данные о константах времени  $\tau_C$  и  $\tau_W$  можно взять или из буклетов электрических данных оборудования, или оценить на основании практических соображений. Факторами, дополнительного влияния являются теплопроводность внешних проводников в зависимости от того, как проложены кабели: в земле, трубопроводах и т.д. – эффективность вентиляторов охлаждения и т.п.

### 5.4.4 Ток срабатывания для фазовых сверх- токов ( $I>$ )

Эта уставка, значение которой появляется на

дисплее, является отношением к номинальному току ( $I_N$ ) **блока**. Это означает: ток активации ( $I_s$ ) равен показанному на дисплее значению, помноженному на номинальный ток ( $I_N$ ), например: показанное значение - 1,25, тогда  $I_s = 1,25 \times I_N$ .

#### 5.4.5 Кривые время/ток для модуля сверттока фазы (MT3) (CHAR I>)

Во время ввода этого параметра на дисплее появляется одно из следующих шести сообщений:

DEFT	-	независимое время
NINV	-	нормальная инверсия
VINV	-	сильная инверсия
EINV	-	очень сильная инверсия
RINV	-	RI-инверсия
LINV	-	инверсия с удлинненным временем

Любую из этих 4 характеристик можно изменить нажатием <+> <-> и записать в память нажатием <ENTER>.

#### 5.4.6 Временная задержка срабатывания или коэффициент времени для модуля сверттока фазы ( $t_{I>}$ )

Обычно, после того, как изменены характеристики, соответственно должна быть изменена временная задержка или коэффициент времени. Чтобы избежать установления нежелательных (ошибочных) режимов **блока**, могущих быть установленными, например, вследствие невнимательности оператора, принимаются следующие меры предосторожности:

После установки характеристик процесс настройки параметров автоматически переходит к установке временной задержки. Светодиод мигает желтым, напоминая оператору о том, что необходимо соответственно изменить и параметры задержки времени срабатывания.

Нажатием <SELECT> на дисплей выводится имеющееся значение задержки. Новое значение можно ввести, пользуясь кнопками <+> <->.

Если, в процессе установки новых значений параметров была введена характеристика, значение которой отлично от старого (например, DEFT вместо NINV), но уставка времени задержки срабатывания **блока** не была изменена, несмотря на предупреждающее сообщение – мигающий светодиод - он будет установлен на более чувствительное время после пяти минут предупреждающего мигания светодиода  $t_{I>}$ . Более чувствительная уставка времени означает более быстрое срабатывание для выбранных характеристик **блока защиты**. Если была выбрана независимая характеристика времени, дисплей покажет задержку срабатывания в секундах. Когда выбирается инверсная характеристика времени, на дисплее появляется коэффициент времени. К обеим уставкам можно получить доступ с помощью <+><->. Когда задержка времени или коэффициент времени установлены на значение вне допустимого интервала (на дисплее появляется сообщение

"EXIT"), блокируется модуль MT3. Реле "WARN" (предупреждение) не будет заблокировано.

#### 5.4.7 Установка режима возврата для обратнoзависимой характеристики времени отключения в цепи фазового тока

Для обеспечения отключения, даже когда повторяющиеся аварийные импульсы короче установленного времени задержки срабатывания **блока**, может быть переключен режим возврата для характеристик обратнoзависимого времени срабатывания. Если параметр  $t_{RST}$  установлен на 60 с, время срабатывания будет возвращено только по прошествии 60 секунд времени нахождения в аварийной ситуации. Эта функция не выполняется, если  $t_{RST}$  установлен на 0. С прекращением поступления аварийного тока задержка срабатывания сбрасывается немедленно, и приходит в активное состояние при возобновлении поступления аварийных импульсов тока.

#### 5.4.8 Уставка тока для второй ступени токовой отсечки ( $I_{>>}$ )

Значение установленного этим параметром тока, появляющееся на дисплее, является отношением к номинальному току **блока**. Это означает:  $I_{>>}$  равно значению на дисплее, помноженному на  $I_N$ . Когда значение тока для модуля второй ступени токовой отсечки находится вне допустимого интервала (на дисплее появляется "EXIT"), модуль токовой отсечки блокируется.

#### 5.4.9 Задержка срабатывания для модуля второй ступени токовой отсечки ( $t_{I>>}$ )

Вне зависимости от выбранных уставок для  $I_{>>}$  модуль максимального контроля  $I_{>>}$  всегда имеет характеристики переключения с независимым временем. На дисплее появляется его значение в секундах.

#### 5.4.10 Пороговое значение для остаточного напряжения $U_E$ (блоки типа ITER)

Вне зависимости от заранее определенной уставки тока замыкания на землю, замыкание на землю идентифицируется только тогда, когда остаточное напряжение превышает эталонное значение. Это значение показывается в вольтах.

#### 5.4.11 Уставка тока для модуля замыкания на землю ( $I_E$ )

(Аналогично изложенному в разделе 5.4.4).

#### 5.4.12 Переброс режимов WARN/TRIP (блоки типа ITER)

Определение замыкания на землю может быть

запрограммировано следующим образом. После времени задержки:

- а) "warn" (предупреждение) – только включает реле подачи предупредительного сигнала,
- б) "TRIP" (отключение) – отключающее реле срабатывает, и запоминаются значения отключения.

#### **5.4.13 Характеристики время/ток для модуля защиты от замыканий на землю (CHAR I<sub>E</sub>) (кроме блоков типа ER)**

Во время установки этого параметра на дисплее появляется одно из следующих семи сообщений:

DEFT	-	независимое время (токовая защита с устанавливаемым временем)
NINV	-	нормальная инверсия (тип A)
VINV	-	сильная инверсия (тип B)
EINV	-	очень сильная инверсия (тип C)
RINV	-	RI-инверсия
LINV	-	инверсия с удлинённым временем
RXID	-	особые характеристики

Любую из этих 4 характеристик можно изменить нажатием <+> <-> и записать в память нажатием <ENTER>.

#### **5.4.14 Задержка срабатывания или коэффициент времени для модуля земляной защиты (t<sub>IE></sub>)**

(Аналогично изложенному в разделе 5.4.7)

#### **5.4.15 Уставка режима возврата для характеристик с обратозависимым временем в цепи тока замыкания на землю (исключая блок типа ER)**

(Аналогично изложенному в разделе 5.4.7)

#### **5.4.16 Установка значения превышения тока для модуля второй ступени замыкания на землю (I<sub>E>></sub>)**

(Аналогично изложенному в разделе 5.4.8)

#### **5.4.17 Уставка времени задержки второй ступени защиты от замыкания на землю (t<sub>IE>></sub>)**

(Аналогично изложенному в разделе 5.4.9)

#### **5.4.18 Измерение COS/SIN (блоки типа ER)**

В зависимости от подключения на землю нейтрали защищаемой цепи модуль определения

направления замыкания на землю должен быть установлен на измерение cos φ or sin φ. По нажатию <SELECT/RESET> дисплей будет показывать соответственно "COS" или "SIN". Требуемый режим измерения может быть выбран с помощью <+> или <-> и должен вводиться с паролем.

#### **5.4.19 Время блокирования/срабатывания (только для блоков типа ITE)**

Параметр времени блокирования/отключения служит для УРОВ при помощи обратного блокирования. Он активируется настройкой блокирующего входа D8/E8 и установкой параметра на значение TR\_V. После того как время блокировки/отключения истечет, блок защиты выдаст сигнал отключения, если ниже находящаяся защита ещё активна, а значит и блокирование ещё активно. Если установлен параметр PR\_V, то собственные ступени защиты останутся заблокированными (см. раздел 5.7.1).

#### **5.4.20 Защита по отказу выключателя t<sub>CBFP</sub> (УРОВ)**

Защита по отказу выключателя основывается на слежении за фазовыми токами при отключении выключателя. Эта защитная функция становится активной только после отключения. Тестовым критерием является ответ на вопрос: все ли фазовые токи упали менее чем на 1% x I<sub>N</sub> в интервале времени t<sub>CBFP</sub> (защита по отказу выключателя – устанавливается в пределах от 0,1 до 2 секунд). Если не все фазовые токи упали менее чем на <1% x I<sub>N</sub> в течение этого времени, определяется отказ выключателя и активируется соответствующее реле. Функция по защите от отказа выключателя деактивируется, как только фазовые токи упали менее чем на <1% x I<sub>N</sub> в интервале времени t<sub>CBFP</sub>.

#### **5.4.21 Установка адреса устройства**

С помощью кнопок <+> <-> адрес устройства может быть установлен в интервале от 1 до 32.

#### **5.4.22 Установка значения скорости передачи-чи данных (только для протокола Modbus)**

Для передачи данных (Baud rate) могут быть установлены различные скорости передачи данных по протоколу Modbus. Скорость передачи может устанавливаться с помощью кнопок <+> и <->, и записываться в память по нажатию кнопки <ENTER>.

#### **5.4.23 Установка режима контроля по четности (только для протокола Modbus)**

Можно установить три режима контроля по

четности:

- "even" = четность
- "odd" = нечетность
- "no" = проверка на четность не производится.

Значение параметра может быть изменено с помощью кнопок <+> и <-> и записано в память нажатием кнопки <ENTER>.

## 5.5 Модуль записи аварийных событий

### 5.5.1 Настройка модуля записи аварийных событий

В MRI3-ITE имеется модуль записи аварийных событий (см. раздел 3.2.3). Можно определить три параметра.

### 5.5.2 Количество записей аварийных событий

Максимальная продолжительность записи равна 16 с при частоте 50 Гц или 13,33 с при частоте 60 Гц.

Максимальное требуемое количество записей об аварийных событиях должно быть определено заранее. Имеется выбор в (1)\* 2, (3)\* 4 или (7)\* 8 записей, зависящий также от определяемой продолжительности отдельной записи, то есть:

(1)\* - 2 записи с продолжительностью 8 с (при 50 Гц) или 6,66 с (при 60 Гц);

(3)\* - 4 записи с продолжительностью 4 с (при 50 Гц) или 3,33 с (при 60 Гц);

(7)\* - 8 записей продолжительностью 2 с (при 50 Гц) или 1,66 с (при 60 Гц);

\* записывается поверх старой записи при поступлении нового сигнала триггера

### 5.5.3 Настройка возникновения пуска записи

Можно сделать выбор из четырех возможных режимов:

P_UP	(срабатывание) Запоминание (запись) инициируется после распознавания общей активации
TRIP	Запись инициируется после того, как произошло срабатывание
A_PI	(после перехода порога срабатывания) Запись инициируется после того, как последнее пороговое значение активации не реализовалось в срабатывании <b>блока</b> .
TEST	Запись активируется при одновременном нажатии <+> <->. Во время записи дисплей показывает "Test".

### 5.5.4 Предпусковое время записи ( $T_{pre}$ )

Установлением параметра  $T_{pre}$  определяется, какой период времени перед переключением триггера также должен быть записан. Это время можно установить в интервале 0,05 - 8 с. Значения меняются кнопками <+> и <->, а записывается выбранное значение нажатием <ENTER>.

### 5.6 Установка текущего времени

Когда устанавливаются текущее время и дата, светится светодиод ☺. Процедура установки следующая:

Дата:	Год	Y=00
	Месяц	M=00
	Число	D=00
Время:	Часы	h=00
	Минуты	m=00
	Секунды	s=00

Часы начинают работать, как только включается питание. Установленное время сохраняется при коротких перебоях в питании (до 6 минут).

#### Примечание:

Окно установки текущего времени расположено «под» окошком отображения измеряемых значений. Получить доступ к окну параметров можно при помощи <SELECT/RESET>.

## 5.7 Дополнительные функции

### 5.7.1 Блокирование защитных функций

**Блокирование** защитных функций:

Блокирование защитных функций **MRI3-ITER** может быть реализовано выборочно. Подача напряжения на D8/E8 блокирует выбранную пользователем функцию. Возможен выбор из двух типов блокирования защит:

1. Блокирование стадий защитного процесса по отдельности. Блокируется возникновение стадии защитного блокирования.
2. Блокирование стадий срабатывания по отдельности. Отдельные защитные стадии начинаются, когда проходит установленное время срабатывания. Срабатывание происходит только тогда, когда:
  - а) снижено напряжение на блокирующем входе D8/E8;
  - б) на блокирующий вход D8/E8 подано напряжение, а время размыкания и время блокирования истекло (см. подраздел 5.4.8).

Настройка параметров выполняется следующим образом:

- когда одновременно нажаты <ENTER> и <TRIP>, появляется сообщение "PR\_B" (т.е. стадии защиты заблокированы) или – сообщение "TR\_B" (стадии размыкания заблокированы).
- Нажатием <+> <-> настройки могут быть изменены. При этой процедуре светодиоды I>, I>>, IE>, IE>> в случае блокирования защит "PR\_B", а светодиоды tI>, tI>>, tIE>, tIE>> одновременно светятся в случае блокирования срабатывания "TR\_B".
- Измененное значение записывается по нажатию кнопки <ENTER> и вводом пароля.
- После этого по нажатию <SELECT/RESET> высвечивается первая функция, которая может быть заблокирована.
- На дисплее появится "BLOCK" (соответствующая функция заблокирована) или – "NO\_B" (соответствующая функция не заблокирована).
- Нажатие <ENTER> запишет установленную функцию с памятью.
- Нажимая <SELECT/RESET>, можно по очереди вызывать защитные функции, которые могут быть заблокированы.
- После выбора последней заблокированной функции еще одно нажатие <SELECT/RESET> переключит блок в режим назначения выходных реле.

Функция		Сообщение	Светодиод/цвет
I <sub>В,А</sub>	Температура	NO_B	I <sub>В,А</sub> красный
I <sub>В,Т</sub>	Температура	NO_B	I <sub>В,Т</sub> красный
I>	Сверхток	NO_B	I> красный
I>>	Короткое замыкание	BLOC	I>> красный
I <sub>Е&gt;</sub>	Ток заземления, первый элемент	NO_B	I <sub>Е&gt;</sub> красный
I <sub>Е&gt;&gt;</sub>	Ток заземления, второй элемент	NO_B	I <sub>Е&gt;&gt;</sub> красный
tCBPF	Защита по отказу выключателя	NO_B	СВ желтый

Таблица 5.3: Блокировка защитных функций, установленных по умолчанию

#### Назначение выходных реле:

В **MRI3-ITE** имеется пять выходных реле. Пятое выходное реле выполняет функцию постоянного реле самодиагностики, и потому – в нормальном состоянии – включено. Выходные реле 1-4 в нормальном состоянии выключены и могут быть назначены в качестве сигнальных или отключающих реле для выполнения текущих функций, что может быть реализовано либо при помощи кнопок на передней панели, либо – интерфейсом RS485. Назначение выходных реле аналогично установке параметров, однако, выполняется только в режиме назначения. Войти в режим назначения можно через режим блокирования.

Реле назначаются так: светодиоды I>, I>>, I<sub>Е></sub>, I<sub>Е>></sub> - двухцветные и светятся **зеленым**, если назначены в качестве **сигнальных**, или – **красным**, если назначены в качестве отключающих.

#### Определения:

**Сигнальные реле** активируются при выходе параметра на пороговое значение срабатывания.

**Отключающие реле** активируются только по прошествии определенного времени после выхода параметра на пороговое значение срабатывания. После активации режима назначения загорается зеленым светодиод I>. Ни одно или несколько из четырех выходных реле не могут быть назначены для модуля тока I> в качестве сигнальных. В то же время на дисплее показываются выбранные сигнальные реле для частотного модуля I. Индикация "I \_\_\_" означает, что для этого элемента тока назначено выходное реле I. Когда дисплей показывает "\_\_\_\_", это означает: данному токовому элементу никакое сигнальное реле не назначено.

Назначение выходных реле 1-4 токовым элементам может быть изменено с помощью <+> и <->. Выбранное назначение можно записать в память нажатием <ENTER> с последующим вводом пароля. По нажатию <SELECT/RESET> светодиод I> загорается красным. Теперь выходные реле для элементов тока могут быть назначены в качестве отключающих.

Реле 1-4 назначаются так же как описано выше. Повторными нажатиями <SELECT/RESET> и назначением реле все элементы защиты могут быть назначены всем реле по отдельности. Из режима назначения можно выйти в любое время, нажав <SELECT/RESET> и подержав ее около 3 секунд.

**Примечание:**

- Кодовая переключатель, как это описано в общем руководстве “MR - Цифровые многофункциональные блоки защиты» не работает. В отношении реле без назначения эта переключатель используется для установки параметров сигнальных реле (активируемых по достижению порога срабатывания или размыканию). К данному описанию приложена форма, в которую пользователь может записать используемые им уставки.

Функции реле		Выходные реле				Информация на дисплее	Соответствующий светодиод
		1	2	3	4		
I <sub>В,А</sub> Ka	Сигнал Срабатывание	X	X			_ 2 _ 1 _ _ _	I>: зеленый tI>: красный
I <sub>В,Т</sub> k <sub>T</sub>	Сигнал Срабатывание	X	X			_ 2 _ 1 _ _ _	I>: зеленый tI>: красный
I> tI>	Сигнал Срабатывание	X	X			_ _ 3 _ 1 _ _ _	I>; →← зеленый tI>; →← зеленый
I>> tI>>	Сигнал Срабатывание	X		X		_ _ 3 _ 1 _ _ _	I>>; →← зеленый tI>>; →← зеленый
IE> (V) tIE> (V)	Сигнал Срабатывание	X			X	_ _ _ 4 1 _ _ _	I>; →← зеленый tI>; →← зеленый
IE> (R) tIE> (R)	Сигнал Срабатывание	X			X	_ _ _ 4 1 _ _ _	I>; →← красный tI>; →← красный
IE>> (V) tIE>> (V)	Сигнал Срабатывание	X			X	_ _ _ 4 1 _ _ _	I>>; →← зеленый tI>>; →← зеленый
IE>> (R) tIE>> (R)	Сигнал Срабатывание	X			X	_ _ _ 4 1 _ _ _	I>>; →← красный tI>>; →← красный
tCBFP	Срабатывание					_ _ _ _	С.В., красный

V = прямой ток  
R = обратный ток

Таблица 5.4: Пример матрицы назначения функций выходным реле (значения по умолчанию)

## 5.8 Отображение измеренных значений и данных об аварийных событиях

### 5.8.1 Отображение измеряемых значений

Следующие измеряемые величины могут высвечиваться на дисплей в течение нормальной работы:

- Полный ток фазы 1 (светодиод 1 зеленый)
- Полный ток фазы 2 (светодиод 2 зеленый)
- Полный ток фазы 3 (светодиод 3 зеленый)
- Полный ток замыкания на землю (светодиод E зеленый)
- (светодиоды E и I<sub>p</sub> зеленые) \*
- Реактивный ток замыкания на землю (светодиоды E и I<sub>Q</sub> зеленые)\*
- Остаточное напряжение UE (светодиод U<sub>E</sub>), только для **блоков** типа ITER
- Угол между I<sub>E</sub> и U<sub>E</sub> (только для **блоков** типа ITER)

### 5.8.2 Единицы измерения отображаемых значений

Как вариант, измеряемые значения могут быть показаны как кратное от взвешенного мгновенного значения (xIn) или первичного тока (A). В соответствии с этими единицами информация на дисплее меняется следующим образом:

Ток фазы:

Показывается как	Интервал	Ед. измер.
Вторичный ток	0.00 – 40.0	x In
Активная часть I <sub>p</sub>	±.00 – 40	x In
Реактивная часть I <sub>Q</sub>	±.00 – 40.	x In
Первичный ток	.000 – 999.	A
	k000 – k999	кА*
	1k00 – 9k99	кА
	10k0 – 99k0	кА
	100k – 999k	кА
1M00 – 2M00	МА	

Ток замыкания на землю:

Показывается как	Интервал	Ед. измер.
Вторичный ток Активная часть I <sub>p</sub> Реактивная I <sub>Q</sub> (блоки типов S/SR/ER)	.000 – 15.0	x In
	±.00 – 40	x In
	±.00 – 40.	x In
Вторичный ток Активная часть I <sub>p</sub> Реактивная часть I <sub>p</sub> Блоки типов X/XR	0.00 - 150	% I <sub>N</sub>
	±.00 – 150	% I <sub>N</sub>
	±.00 – 150	% I <sub>N</sub>
Первичный ток	.000 – 999.	A
	k000 – k999	кА*
	1k00 – 9k99	кА
	10k0 – 99k0	кА
	100k – 999k	кА
	1M00 – 2M00	МА

Напряжение замыкания на землю

Показывается как	Интервал	Ед. измер.
Вторичное напряжение	000V – 999V	V
Первичное напряжение	.000 – 999	кВ
	1K00 – 9K99	кВ
	10K0 – 99K0	кВ
	100K – 999K	кВ
	1M00 – 9M99	МВ

### 5.8.3 Отображение аварийных событий

Информация обо всех определенных блоком аварийных событиях показывается визуально на передней панели. С этой целью в MRI3-ITER имеются четыре светодиода (L1, L2, L3, E) и четыре функциональных - I>, I>>, IE>, IE>> и →←-).

Передаются не только сообщения об аварийных событиях, но дисплей также показывает и функцию защиты отключением. Если, например, возникает сверхток, вначале зажгутся соответствующие светодиоды. В то же время зажжется светодиод I>. После размыкания светодиоды будут светиться постоянно.

### 5.8.4 Модуль памяти аварийных событий

Когда блок активируется или срабатывает, все данные об аварийной ситуации записываются в долговременную память. В MRI3-ITER имеется модуль записи данных, который может запоминать данные о максимум восьми аварийных событиях. В случае возникновения последующих аварийных отключений более новые данные всегда записываются поверх старых.

Для отображения аварийного процесса записываются не только значения параметров при отключении, но и состояние светодиодов. Значения аварийных событий будут показаны, если во время обычного показа измеряемых значений нажать <-> или <+>.

- Измеряемые значения во время нормальной работы показываются по нажатию <SELECT/RESET>..
- Если нажать <->, показываются данные о последнем аварийном событии. При повторном нажатии показываются данные предпоследнего аварийного события и т.д. При показе данных об аварийных событиях высвечиваются аббревиатуры FLT1, FLT2, FLT3, ... (FLT1 – набор данных последнего аварийного события). В то же время показывается и активный для этого случая набор параметров.
- Нажав <SELECT/RESET>, можно просмотреть одно за другим измеренные при авариях значения параметров.
- Нажатием кнопки <+> можно просмотреть записанные данные в сторону самых последних аварийных событий. Вначале всегда показывается информация о FLT8, FLT7, .... При показе информации об аварийном событии светодиоды мигают в соответствии с записанной информации в момент отключения, т.е. те светодиоды, которые светились постоянно, когда произошло аварийное событие, теперь мигают, показывая, что теперь аварийного события нет. Светодиоды, которые мигали в момент отключения (элемент вызвал срабатывание), теперь быстро мигают.
- Если блок все еще находится в состоянии срабатывания и не возвращен (все еще индицируется «TRIP»), никакие измеряемые значения показаны быть не могут.
- Чтобы стереть записанные данные об аварийных отключениях, надо нажать комбинацию кнопок <SELECT/RESET> и <-> на 3 секунды. Дисплей высветит "wait" – (подождите).

## 5.9 Возврат

В MRI3-ITER есть три возможности возврата информации, а также возврат выходных реле, когда кодовая переключатель J3 – в положении ON (замкнута).

### Ручной возврат

ТВ MRI3-ITE(R) 12.00 RU

- Нажать на некоторое время (около 3 сек) <SELECT/RESET>.

### Электрический возврат

- Подать напряжение на C8/D8

### Программный возврат

- Действие программного возврата то же самое, что и нажатия <SELECT/RESET> (см. также протокол обмена данными интерфейса RS485).

Информация с дисплея может быть удалена, только когда отсутствует ситуация нахождения какого-либо параметра на пороговом значении (в противном случае на дисплее останется сообщение "TRIP"). Возврат дисплея на параметры не влияет.

### 5.9.1 Стирание памяти аварийных событий

Информацию об аварийных событиях можно стереть нажатием комбинации кнопок <SELECT/RESET> и <-> приблизительно на 3 секунды. На дисплее появится "Wait" – подождите.

### 5.9.2 Возврат регистра температурной защиты

Можно установить параметр температурной защиты  $\vartheta$  на 0 %.

- Температурную защиту можно вернуть продолжительным нажатием комбинации кнопок <SELECT/RESET> и <-> (приблизительно на 3 секунды).

## 6 Проверка и наладка блока защиты

Инструкции по тестированию помогут проверить блок перед запуском защитной системы или во время ее работы. Чтобы не повредить блок и обеспечить его корректную работу, проверьте следующее:

- Внешнее питание соответствует напряжению вашей сети.
- Номинальный ток и номинальное напряжение **блока** соответствует данным вашего объекта управления.
- Цепи Т.Т. и Т.Н. подключены к **блоку** корректно.
- Все сигнальные цепи и цепи выходных реле подключены корректно.

### 6.1 Включение

#### ВНИМАНИЕ!

Перед тем, как включить внешнее питание, проверьте, что его напряжение соответствует данным на шильдике.

Включите внешнее питание и проверьте, что на дисплее появилась надпись "ISEG", и активировано реле самодиагностики (клеммы D7 и E7 должны быть замкнуты).

### 6.2 Проверка выходных реле и светодиодов

#### ВНИМАНИЕ!

Перед началом данного теста отключите цепь отключения выключателя, если отключение не нужно.

Один раз нажмите <TRIP>, дисплей покажет первую часть номера версии программного обеспечения **блока защиты** (например "D21-"). По повторному нажатию <TRIP> дисплей покажет вторую часть

номера версии программного обеспечения **блока защиты** (например "1.00"). Номер версии программного обеспечения должен упоминаться в любой переписке. Нажмите кнопку <TRIP> еще раз, и на дисплее появится "PSW?". Введите пароль, чтобы начать тестирование. За этим последует сообщение "TRI?". Подтвердите получение этого сообщения, вновь нажав <TRIP>. Последует активация всех выходных реле и светодиодов, а реле самодиагностики будут деактивированы последовательно одно за другим с 3-секундным интервалом. После этого возвратите все выходные реле (установите их в нормальное положение), нажав <SELECT/RESET> на 3 секунды.

### 6.3 Проверка уставок

Повторными нажатиями <SELECT> могут быть проверены все уставки **блока**. Изменение уставки может быть выполнено с помощью <+><-> и <ENTER>. Подробная информация об этом приведена в главе 5. С целью обеспечения корректной работы **блока** проверьте, что установленное значение частоты ( $f=50/60$ ) соответствует частоте вашей системы (50 или 60 Гц).

### 6.4 Проверка вторичной прогрузкой

#### 6.4.1 Тестовое оборудование

- Амперметр класса 1 или выше
- Источник внешнего питания с напряжением, соответствующим указанному на шильдике,
- Однофазный источник питания (с регулировкой от 0 до  $\geq 4 \times I_N$ ),
- Таймер для измерения операционного времени (класс точности  $\leq \pm 10$  мс.)
- Устройство коммутации и
- Электропровода и инструменты для тестирования

## 6.4.2 Пример схемы для тестирования MRI3-ITER

Для тестирования MRI3-ITER нужны только токовые входные сигналы. На рисунке 6.1 показан пример

простой одно-фазовой схемы проверки с регулируемым током, запитывающим блок во время проверки

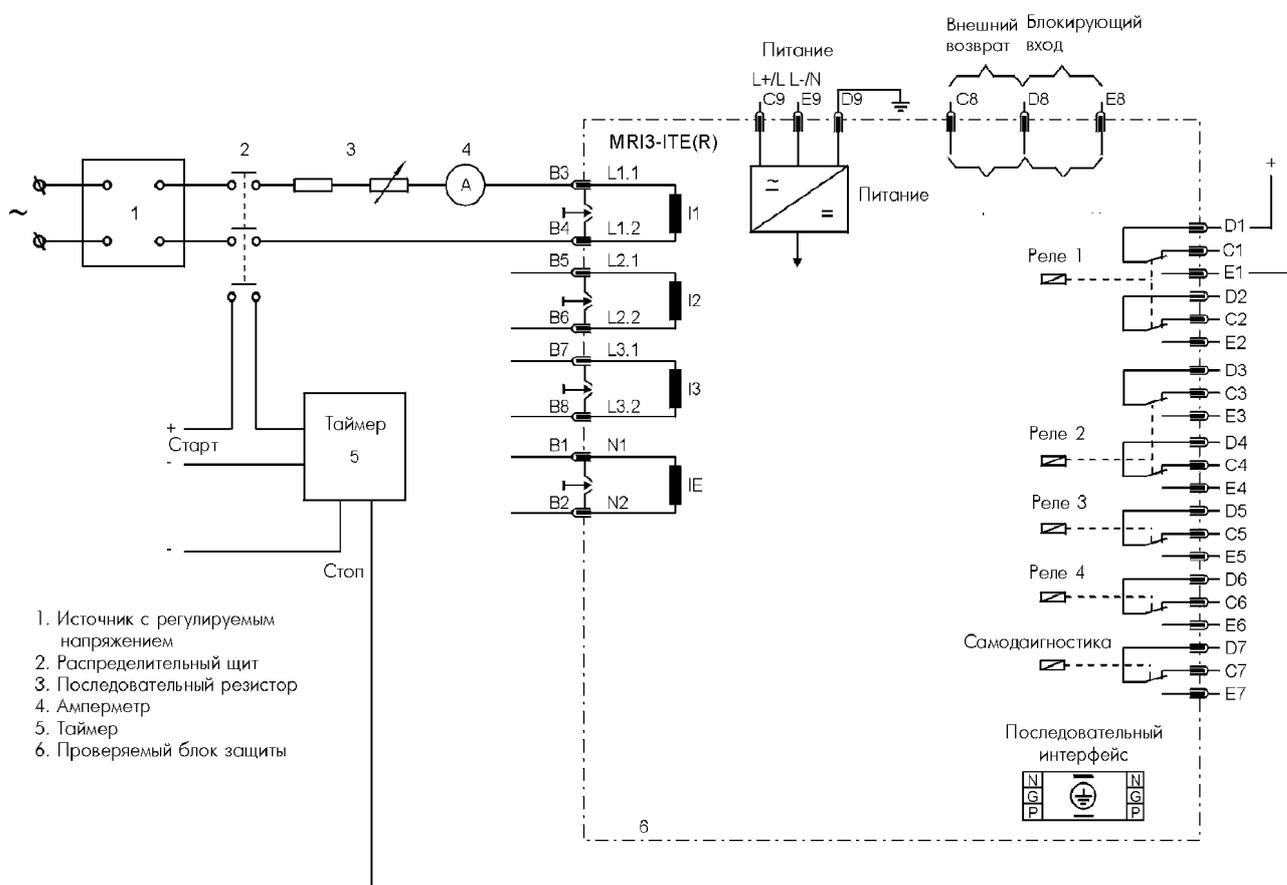


Рисунок 6.1: Схема проверки

## 6.4.3 Проверка измеренных значений и входных цепей

Подайте в фазу 1 (клеммы B3-B4) ток меньше установленного порога срабатывания, и проверьте измеренный ток на дисплее, нажав <SELECT/RESET>. Для блока с номинальным током  $I_n = 5A$ , например, вторичный ток прогрузки величиной 1 A будет показан на дисплее в виде около  $(0.2 \times I_n)$ . Когда установлен параметр  $I_{prim} = „s”$ , показания будут  $0.2 \times I_n$ , а на «5» показания будут 1.00 [A]. Ток может также быть подан в другую токовую входную цепь тем же самым образом (фаза 2: клеммы B5-B6, фаза 3: клеммы B7-B8, ток замыкания на землю: клеммы B1-B2). Сравните показания дисплея с показаниями амперметра. Отклонение не должно превышать 33 %.

Общая рекомендация:

При проверке отдельных функций срабатывания рекомендуется снять с блокирования только те параметры, которые и будут проверяться. Остальные параметры установите на „EXIT”, поскольку в противном случае срабатывание может произойти по включению не одной, а нескольких функций сразу. Также помните, что – для данной защитной функции – должно быть назначено «правильное» защитное реле.

Пример: должно быть проверено значение срабатывания блока защиты по фазовому сверхтоку, а структура тестовой схемы та же, что и выше. В этом случае, в режиме назначения, для функции  $t_p$  должно быть назначено реле 1.

### 6.4.4 Схема проверки для блока с определением направления замыкания на землю

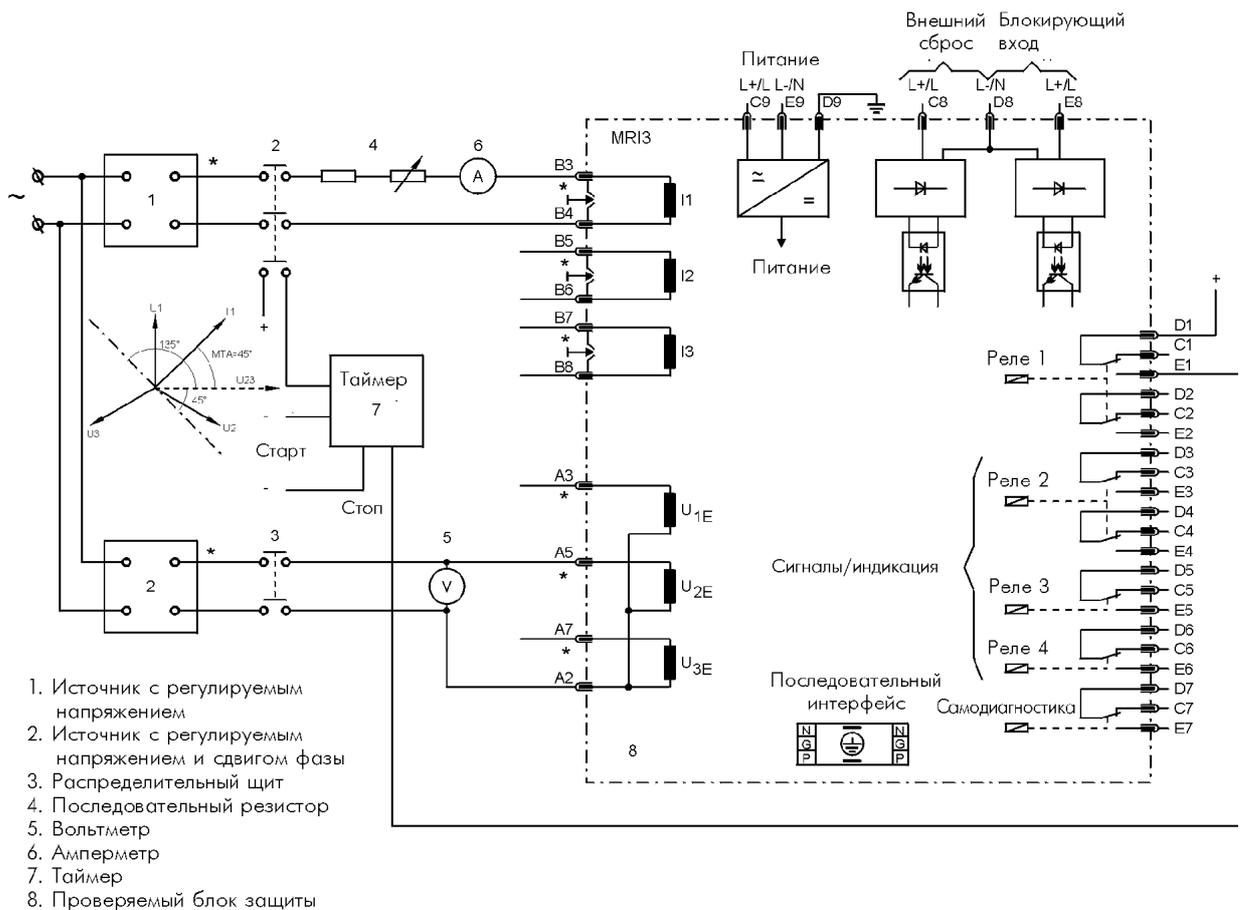


Рисунок 6.2: Схема проверки

Для проверки MRI3-ITER с определением направления замыкания на землю требуются источники тока и напряжения, причем на одном из них должен быть фазовращатель. На рисунке 6.2. показан пример схемы проверки с источниками регулируемого тока и напряжения. Во-первых, параметры  $I_E$  и  $I_{E>>}$  должны быть установлены на значение "EXIT" с целью предотвращения возможного срабатывания. С целью проверки корректности определения направления тестовое напряжение, равное номинальному, подается на клеммы A2/A5. Параметр «Подключение Т.Н. для измерения остаточного напряжения» должен быть установлен на значение "3Pha" (см. раздел 5.3.4)

Требуемое измеряемое значение выбирается с помощью <SELECT/RESET>. Дисплей должен показывать 1/3 номинального напряжения ( $\pm 0.5\%$   $U_n$ ). Теперь нужно подать ток, равный  $0.4 \times I_n$  (клеммы B1/B2). дисплей должен показывать значение  $0,40 (\pm 3\%)$ .

В конце процедуры, с помощью фазовращателя следует проверить, совпадает ли значение, установленное на тестовом оборудовании, с показаниями дисплея ( $\pm 3^\circ$ ).

Если применяется измерительное оборудование, показывающее среднеквадратичные значения, отклонение может быть больше в случае наличия гармоник в тестовом токе. Поскольку блок измеряет только основную составляющую входных сигналов, гармоники будут отсечены внутренним цифровым фильтром, работающим с применением алгоритма Фурье, несмотря на то, что измерительное оборудование, показывающее среднеквадратичные значения, измеряет среднеквадратичные значения входных сигналов.

#### 6.4.5 Проверка значений срабатывания и возврата

Введите ток, величина которого меньше установленных на **блоке** для фазы 1, и постепенно повышайте его, пока блок не сработает, то есть до момента, когда зажгутся светодиоды I> и L1, или активируется сигнальное выходное реле I>. Посмотрите значение действующего тока на амперметре. Отклонение не должно превышать 5 % установленного рабочего значения. После этого постепенно снижайте ток, пока блок не возвратится, то есть сигнальный выход I> **блока** будет отключен. Проверьте, что ток, на котором произошел возврат **блока защиты**, не меньше 0,97 значения срабатывания.

Так же повторите процедуру для входных цепей фаз 2 и 3, и для цепи тока замыкания на землю.

#### 6.4.6 Проверка времени срабатывания

Для проверки времени срабатывания **блока** к контакту выходного реле подключите таймер, который должен начать отсчет одновременно с подачей тока во входную цепь **блока** и остановиться в момент срабатывания. Установите значение тока, равное двойному значению установленного, и сразу же подайте ток. Действительное время, показанное таймером, должно отличаться от установленного значения не более чем на 3 %, или менее 20 миллисекунд.

Так же повторите эту процедуру для остальных фаз или с обратозависимым временем. В случае проверки работы с обратозависимым временем вводимый ток должен выбираться в соответствии с характеристической кривой, т.е. вдвойне превышать  $I_S$ . Время срабатывания можно считать с диаграммы характеристической кривой или рассчитать с помощью уравнений, данных в разделе «Технические данные».

Имейте в виду, что во время проверки вторичной прогрузки тестовый ток должен быть очень стабильным. В противном случае результаты теста могут быть некорректными. Это особенно важно, когда токи меньше двойного значения  $I_S$ , то есть когда задержка размыкания находится в пологом интервале обратозависимых кривых.

#### 6.4.7 Проверка элемента второй ступени токовой отсечки

Установите ток, превышающий установленное значение I>>. Немедленно введите ток и проверьте, что выходное сигнальное реле I>> работает.

Проверьте время размыкания элемента значительного сверхтока в соответствии с изложенным в 6.4.6.

Проверьте точность установки действующего тока постепенным повышением вводимого тока до момента, когда сработает элемент I>>. Посмотрите значение на амперметре и сравните его с желаемым. Повторите тест целиком для входных цепей других фаз и для цепи тока замыкания на землю.

##### Примечание!

Когда применяются токи  $>4 \times I_N$ , необходимо принимать в учет действие температурной защиты токовых цепей (см. пункт 7.1).

#### 6.4.8 Проверка функций внешнего блокирования и возврата

При помощи входа внешнего блокирования можно заблокировать все защитные функции. В качестве примера описывается фазовый элемент значительного сверхтока.

Процедура такова. Вначале установите параметр блокировки значительного фазового сверхтока на значение „BLOC“, а затем подключите напряжение к клеммам E8/D8. Для этого теста элемент незначительного фазового сверхтока I> должен быть установлен на EXIT. Введите такой фазовый ток, который может вызвать срабатывание элемента значительного сверхтока (I>>). Посмотрите, что не сработало ни одно из назначенных для значительного сверхтока выходных реле, ни первая ступень МТЗ.

Отключите напряжение от входа блокирования. Введите тестовый ток, чтобы блок сработал (на экране появилось сообщение „TRIP“). Отключите тестовый ток и подайте напряжение на вход внешнего возврата (C8/D8). Сообщение с дисплея и индикация светодиодов должны немедленно исчезнуть.

#### 6.4.9 Проверка внешнего блокирования функцией блокирование/размыкание

В целях упрощения стадия короткого замыкания должна тестироваться, как это описано в разделе 5.7.1. Для этого параметр функции Block/Trip должен быть установлен на "TR\_B" (первое значение в меню блокирования защитных функций, раздел 5.7.1). Соответствующее время Block/Trip должно быть больше установленного значения времени срабатывания  $t_{>>}$  (см. подраздел 5.4.18).

Здесь, также, ток должен быть настолько большим, чтобы могла начаться стадия размыкания по короткому замыканию. Размыкание будет иметь место, когда:

- Был установлен блокирующий вход,
- Была инициирована стадия размыкания,
- Соответствующее время размыкания истекло,
- Время Block/trip истекло. Если время Block/Trip меньше времени уставки защиты, срабатывание будет иметь место только после того, как пройдет время уставки.

#### 6.4.10 Проверка на отказ выключателя (УРОВ)

Для проверки времени срабатывания должен быть подан ток, приблизительно в 2 раза превышающий номинальный. Таймер должен начать отсчет времени в момент срабатывания **блока** защитной функцией ( $I >$ ,  $I >>$ ,  $I_E >$ ,  $I_E >>$ ) и остановиться, как только сработает реле, которому назначена функция защиты по отказу выключателя (УРОВ). Появится сообщение "CBFP". Время размыкания, отсчитанное таймером, не должно отличаться более чем на 1 %, а при малом времени задержки – не более чем на  $\pm 10$  мс от установленного.

Как альтернатива, таймер может начать отсчет одновременно с подачей напряжения и тока. Таймер остановится, когда выходное реле, которому присвоена функция УРОВ, сработает (см. раздел 6.4.5).

В этом случае ранее измеренное время задержки срабатывания должно быть вычтено из общего измеренного времени срабатывания.

#### 6.5 Проверка первичной прогрузкой

Вообще говоря, тест первичной прогрузкой может выполняться точно так же, как и вышеописанный тест вторичной прогрузкой. С той лишь разницей,

что защищаемая силовая система должна быть, в одном случае, подключена к установленным блокам защиты, подвергающимся проверке, «в онлайн-режиме», а тестовые токи и напряжения должны подключаться к **блоку защиты** через Т.Т. и Т.Н.,

находящиеся с его первичной (активируемой) стороны. Поскольку для такого теста очень велика вероятность ущерба в случае аварийного события, тесты первичной прогрузкой обычно ограничиваются выполнением их для наиболее важных защитных устройствах силовой системы.

Вследствие наличия мощных функций как по измерению, так и по выводу на дисплей показаний, *MRI3-ITER* может быть проверен в режиме теста первичной прогрузкой без слишком больших затрат, как материальных, так и по времени. В условиях фактической работы измеренные значения тока на дисплее *MRI3-ITER* могут быть, фаза за фазой, сравнены с показаниями амперметра на распределительном щите, чтобы проверить корректную работу **блока**.

## 6.6 Техническое обслуживание

Текущие проверки обычно выполняются на самом «рабочем месте» **блока** через определенные интервалы времени. Эти интервалы, в зависимости от пользователей, зависят от многих факторов, таких как: тип применяемого **блока**, важность первичного защищаемого оборудования, прошлый опыт работы пользователя с подобными **блоками**, и т.д.

Для электромеханических и статических реле работы по техническому обслуживанию должны проводиться по крайней мере раз в год. Для цифровых **блоков**, таких как *MRI3-ITER*, этот интервал может быть существенно больше.

Причины вот в чем:

- *MRI3-ITER* оборудованы широким набором функций самодиагностики, так что многие внутренние сбои могут быть определены автоматически, и о них будет сообщено непосредственно во время работы. Важно отметить, что выходные реле самодиагностики должны быть подключены к центральной сигнальной панели управления!
- Комбинированные измерительные функции *MRI3-ITER* делают возможным наблюдение за корректностью выполняемых им функций прямо во время работы.
- Комбинированная функция TRIP-проверки *MRI3-ITER* позволяет тестировать его выходные схемы.

Поэтому рекомендуется проводить тестирование для технического обслуживания раз в два года. Во время выполнения тестового технического обслуживания должны проверяться функции **блока защиты**, включая сюда операционные значения и

параметры срабатывания, а также время исполнения рабочих функций.

## 7 Технические данные

### 7.1 Цепи измерительных входов

Номинальные данные:	Номинальный ток $I_N$	1 А или 5 А
	Номинальное напряжение $U_N$	100 В, 230 В, 400 В
	Номинальная частота $f_N$	50 Гц; 60 Гц выбирается
Потребление энергии в токовых цепях:	при $I_N = 1$ А	0.2 Вт
	при $I_N = 5$ А	0.1 Вт
Потребление энергии: В цепях напряжения:		<1 Вт
Термостойкость токовых цепей:	динамическая стойкость току (полупериод)	$250 \times I_N$
	для 1 с	$100 \times I_N$
	для 10 с	$30 \times I_N$
	длительная	$4 \times I_N$
Термостойкость: цепи напряжения	длительная	$1.5 \times U_N$

### 7.2 Общие данные

Коэффициент возврата:	>97%
Время возврата:	30 мс
Ошибка запаздывания времени по классу индекса E:	$\pm 10$ мс
Минимальное операционное время:	60 мс
Неустойчивое состояние при мгновенной работе :	$\leq 5\%$
Допустимое время прерывания питающего напряжения, не оказывающее влияния на функционирование	50 мс

#### Влияние на измерение тока

- внешнего напряжения:	в интервале $0.8 < U_H / U_{HN} < 1.2$ прочие влияния отмечены не были
- частоты:	в интервале $0.9 < f/f_N < 1.1$ ; $< 0.2\% / \text{Гц}$
- гармоник:	до 20% третьей гармоники; $< 0.08\%$ на процент третьей гармоники до 20% пятой гармоники; $< 0.07\%$ на процент пятой гармоники
Влияние на время задержки:	никакого дополнительного влияния не может быть измерено

GL-апробация: 98 775 - 96 НН

Апробация бюро Veritas: 2650 6807 A00H

Более подробно технические данные описаны в «MR - Многофункциональные цифровые **блоки защиты**».

### 7.3 Интервалы и шаг изменения уставок

#### 7.3.1 Системные параметры

	Интервал установки	Шаг изменения уставок	Допустимое отклонение
$I_{prim\ L1\ L2\ L3\ E}$	(SEK) 0,002... 50,0 кА	0,001 кА (0,002...0,200) 0,002 кА (0,200...0,500) 0,005 кА (0,500...1,00) 0,01 кА (1,00...2,00) 0,02 кА (2,00...5,00) 0,05 кА (5,00...10,0) 0,1 кА (10,0...20,0) 0,2 кА (20,0...50,0)	
$U_e > (U_{prim}/U_{sek})$	(SEK) 1,01...6500	0,01 (1,01...2,00) 0,02 (2,00...5,00) 0,05 (5,00...10,0) 0,1 (10,0...20,0) 0,2 (20,0...50,0) 0,5 (50,0...100,0) 1,0 (100...200) 2,0 (200...500) 5,0 (500...1000) 10,0 (1000...2000) 20,0 (2000...5000) 50,0 (5000...6500)	
$f_N$	50/60 Гц		



### 7.3.3 Защита от замыканий на землю

	Интервал установки	Шаг изменения уставок	Допустимое отклонение
$I_{E>}$	0,01 ... 2,0 x $I_N$ (EXIT) (E) 0,01 ... 0,45 x $I_N$ (EXIT) (ER)	0,001 (0,01...0,05) 0,002 (0,05...0,1) 0,005 (0,1...0,2) 0,01 (0,2...0,5) 0,02 (0,5...1,0) 0,05 (1,0...2,0)	$\pm 3\%$ от установленного значения или $\pm 0,3\% I_N$
$t_{E>}$	0,06 - 260 с (EXIT) (устанавливаемое время)  0,05 - 20 с (EXIT) (обратнозависимое время)	0,02 (0,06...1,0) 0,05 (1,0...2,0) 0,1 (2,0...5,0) 0,2 (5,0...8,5) 0,5 (8,5...10,0) 1,0 (10...20) 2,0 (20...50) 5,0 (50...100) 10,0 (100...260)  0,01 (0,05...0,5) 0,02 (0,5...1,0) 0,05 (1,0...2,0) 0,1 (2,0...5,0) 0,2 (5,0...10,0) 0,5 (10,0...20,0)	$\pm 3\%$ или $\pm 20$ мс  $\pm 5\%$ для NINV и VINV $\pm 7,5\%$ для NINV и EINV
$I_{E>>}$	0,01 ... 2,0 x $I_N$ (EXIT) (E) 0,01 ... 0,45 x $I_N$ (EXIT) (ER)	0,001 (0,01...0,05) 0,002 (0,05...0,1) 0,005 (0,1...0,2) 0,01 (0,2...0,5) 0,02 (0,5...1,0) 0,05 (1,0...2,0)	$\pm 3\%$ от установленного значения
$t_{E>>}$	0,06...10 с (EXIT)	0,02 (0,06...0,5) 0,05,(0,5...2,0) 0,1 (2,0...5,0) 0,2 (5,0...10)	$\pm 3\%$ или $\pm 20$ мс
$f_N$	50 / 60 Гц		
RS		1...32	

Table 7.2: Интервалы и шаг изменения уставок

Значения, устанавливаемые для k:

Защита кабеля:

$$k = 1...5$$

Защита трансформатора и статора генератора:  $k = 0.5...1.5$

### 7.3.4 Защита от замыканий на землю (блоки типа ER)

	Интервал установки	Шаг изменения уставок	Допустимое отклонение
U <sub>E&gt;</sub>	U <sub>N</sub> = 100 В: 3 PNA/e-n: 1 - 70 В 1:1: 1 - 120 В	1 В 1 В	±5% от установленного значения или <0,5% U <sub>N</sub>
	U <sub>N</sub> = 230 В: 3 PNA/e-n: 2 - 160 В 1:1: 2 - 300 В	2 В 2 В	
	U <sub>N</sub> = 400 В: 3 PNA/e-n: 5 - 300 В 1:1: 5 - 500 В	5 В 5 В	

### 7.3.5 Определение направления аварии (блоки типа MRI3-ITER)

Измерение активной компоненты тока для компенсированных систем: I<sub>E</sub> x cos φ

Измерение реактивной компоненты тока для изолированных систем: I<sub>E</sub> x sin φ

Точность измерения угла: ± 3° при I<sub>E</sub> x cos φ или I<sub>E</sub> x sin φ > 5 % I<sub>E</sub>

### 7.3.6 Время блокировки/размыкания\*\*

BLOCK/TRIP	0.1...2.0 с; EXIT	0,01; 0,02; 0,05; 0,1 с	±1% или ±10 мс
------------	-------------------	-------------------------	----------------

### 7.3.7 Защита по отказу выключателя (УРОВ)

†CBFP	0.1...2.0 с; EXIT	0,01; 0,02; 0,05; 0.1 с	±1% или ±10 мс
-------	-------------------	-------------------------	----------------

### 7.3.8 Параметры интерфейса

Функция	Параметр	Протокол Modbus	Протокол RS485 Open Data
RS	Подчиненный адрес	1 - 32	1 - 32
RS	Скорость передачи данных *	1200, 2400, 4800, 9600	9600 (фиксированная)
RS	Контроль по четности*	Чет, нечет, отсутствие контроля	"четность/нечетность" (фиксированная)

\* только для протокола Modbus

### 7.3.9 Параметры модуля записи аварийных событий

Функция	Параметр	Пример настройки
FR	Количество записей	(1)* 2 x 8 с; (3)* 4 x 4 с; (7)* 8 x 2 с (при 50 Гц) (1)* 2 x 6.66 с, (3)* 4 x 3.33 с, (7)* 8 x 1.66 с (60 Гц)
FR	Запоминание записи по возникновению аварийного события	P_UP; TRIP; A_PI; TEST
FR	Время до срабатывания	0,05 с – 8,00 с

\* записывается поверх старой записи при поступлении нового сигнала от триггера

\*\* только для MRI3-ITE

## 7.4 Характеристики размыкания

### 7.4.1 Характеристики температурной защиты

Из уравнения для температурного эквивалента:

$$\vartheta(t) = \frac{I^2}{(k \cdot I_B)^2} \cdot 100\% + \left( \vartheta_0 - \frac{I^2}{(k \cdot I_B)^2} \cdot 100\% \right) \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

можно вывести характеристики срабатывания в соответствии с IEC 155-8.

Температурный эквивалент предварительной нагрузки  $\vartheta_0$  равен постоянному току нагрузки  $I_p$ :

$$\vartheta_0 = \frac{I_p^2}{(k \cdot I_B)^2} \cdot 100\%$$

Срабатывание происходит, как только достигается температурный коэффициент  $\vartheta = k^2 \square 100\%$ . Этот температурный эквивалент равен постоянному току нагрузки  $k \square I_B$ :

$$\vartheta_{\text{trip}} = k^2 \cdot 100\%$$

Для характеристики срабатывания:

$$t_{\text{TRIP}} = 100\% = \frac{I^2}{(k \cdot I_B)^2} \cdot 100\% + \left( \frac{I_p^2}{(k \cdot I_B)^2} \cdot 100\% - \frac{I^2}{(k \cdot I_B)^2} \cdot 100\% \right) \cdot e^{-\frac{t_{\text{TRIP}}}{\tau}}$$

или:

$$(k \cdot I_B)^2 = I^2 + (I_p^2 - I^2) \cdot e^{-\frac{t_{\text{TRIP}}}{\tau}}$$

транспонируя к  $e$

$$e^{\frac{t_{\text{TRIP}}}{\tau}} = \frac{(I_p^2 - I^2)}{((k \cdot I_B)^2 - I^2)} = \frac{(I^2 - I_p^2)}{(I^2 - (k \cdot I_B)^2)}$$

$$t_{\text{TRIP}} = \tau \cdot \ln \left[ \frac{(I^2 - I_p^2)}{(I^2 - (k \cdot I_B)^2)} \right] = \tau \cdot \ln \left[ \frac{\left( \frac{I^2}{I_B^2} - p^2 \right)}{\left( \frac{I^2}{I_B^2} - k^2 \right)} \right] \text{ с } p = \frac{I_p}{I_B}$$

Результатом являются характеристики срабатывания в соответствии с IEC 255-8:

$$t_{\text{TRIP}} = \tau \cdot \ln \left[ \frac{\left( \frac{I^2}{I_B^2} - p^2 \right)}{\left( \frac{I^2}{I_B^2} - k^2 \right)} \right] \quad \text{for } p^2 < \frac{I^2}{I_B^2} \cap p^2 \leq k^2$$

- где
- $\tau$  = температурная константа времени защищаемого объекта
  - $I$  = ток **блока защиты**
  - $I_B$  = первичный ток
  - $I_p$  = ток предварительной нагрузки
  - $p$  = коэффициент предварительной нагрузки ( $p = 0$  означает, что электрооборудование холодное)
  - $k$  = константа

### 7.4.2 Коэффициент предварительной нагрузки

Нормальная характеристика предварительной нагрузки в соответствии с IEC 255-8:

$$t_{\text{TRIP}} = \tau \cdot \ln \left[ \frac{\left( \frac{I^2}{I_B^2} - p^2 \right)}{\left( \frac{I^2}{I_B^2} - k^2 \right)} \right]$$

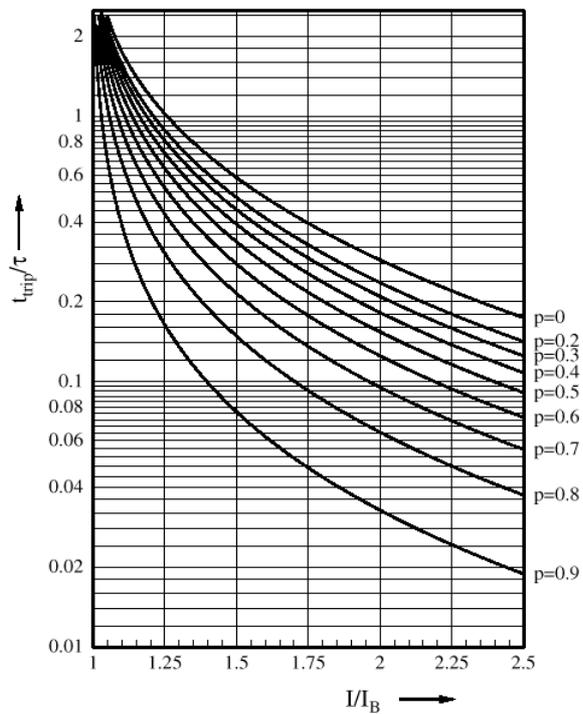


Рисунок 7.1: Характеристики срабатывания для различных коэффициентов предварительной нагрузки  $p$  и константы  $k=1,0$ .

### 7.4.3 Блок защиты от сверхтоков с обратнозависимой характеристикой времени

В соответствии с IEC 255-4 или BS 142

Нормальная инверсия 
$$t = \frac{0,14}{\left(\frac{I}{I_s}\right)^{0,02} - 1} t_1 > [s]$$

Сильная инверсия 
$$t = \frac{13,5}{\left(\frac{I}{I_s}\right) - 1} t_1 > [s]$$

Очень сильная инверсия 
$$t = \frac{80}{\left(\frac{I}{I_s}\right)^2 - 1} t_1 > [s]$$

Долговременная инверсия 
$$t = \frac{120}{\left(\frac{I}{I_s}\right) - 1} t_1 > [s]$$

RI-инверсия 
$$t = \frac{1}{0,339 - \frac{0,236}{\left(\frac{I}{I_s}\right)}} t_1 > [s]$$

\*RXIDG – инверсия 
$$t = 5,8 - 1,35 * \left[ I_n \cdot \left(\frac{I}{I_s}\right) \right] \cdot t_1 > [s]$$

где :

t = время отключения  
t<sub>1</sub> = коэффициент времени  
I = аварийный ток  
I<sub>s</sub> = начальный ток

\* только для тока замыкания на землю

### 7.5 Кривые обратзависимого времени

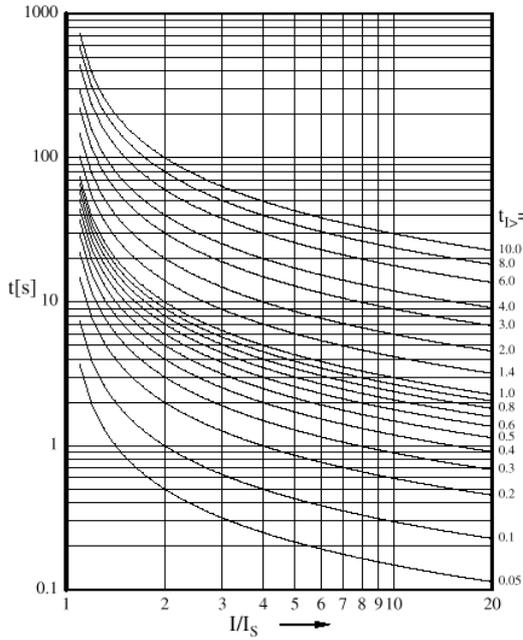


Рисунок 7.2: Нормальная инверсия

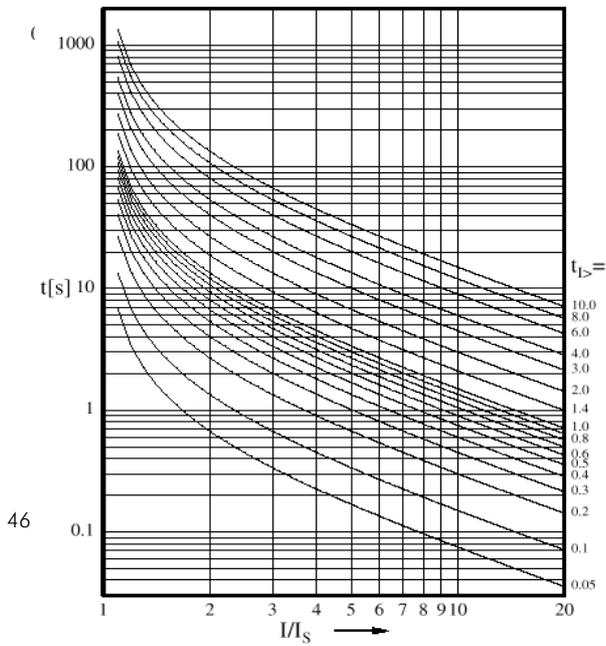
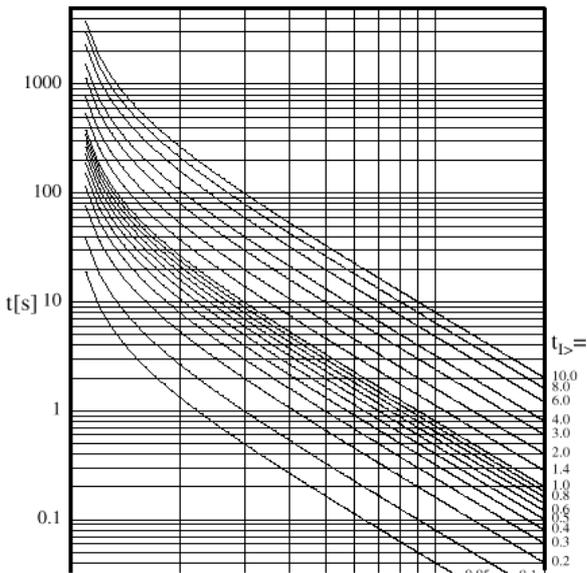


Figure 7.4: Очень сильная инверсия

Рисунок 7.3: Сильная инверсия

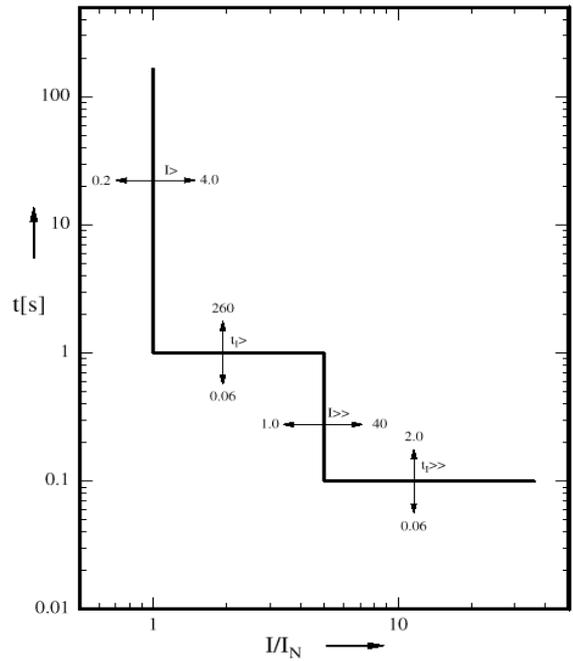


Figure 7.5: Определяемое время защиты от сверхтоков

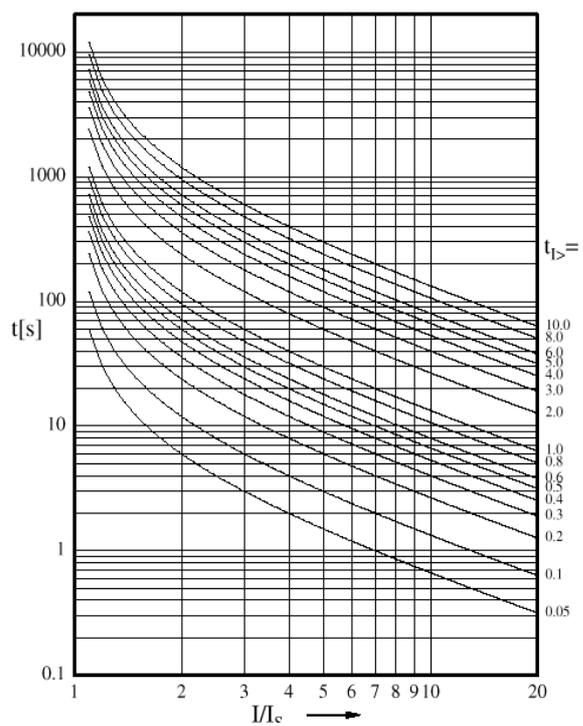


Рисунок 7.6: Долговременная инверсия

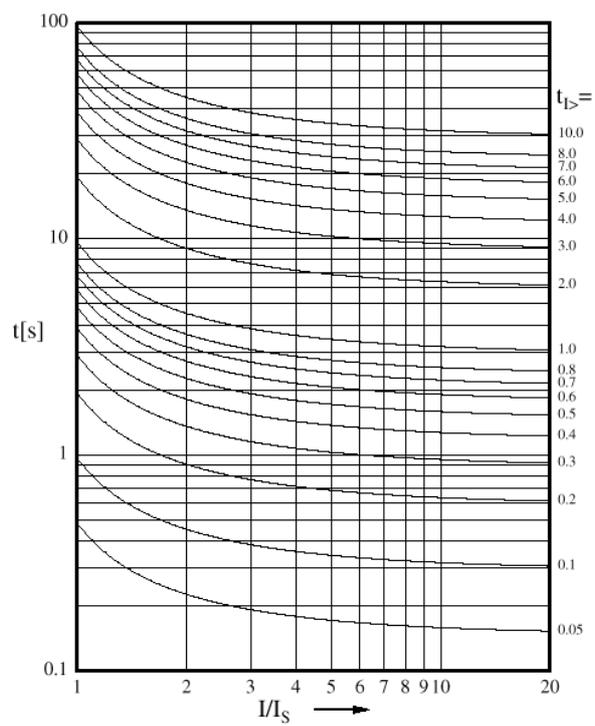


Рисунок 7.7: RI-инверсия

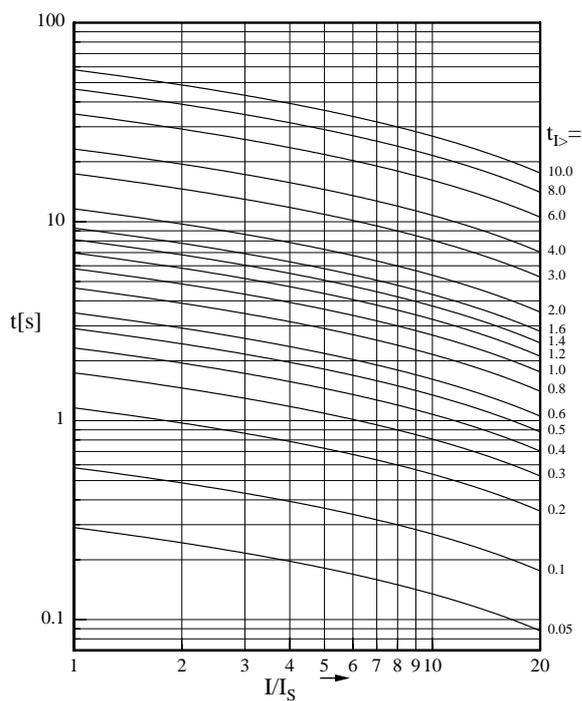


Рисунок 7.2: RXIDG-инверсия

## 7.6 Выходные реле

Контакты: 2 переключаемых контакта для реле 1 и 2; 1 переключаемый контакт для реле 3-4

**Технические данные могут быть изменены без предварительного уведомления!**

## 8 Форма заказа

Блок защиты с определяемым временем срабатывания по защите от сверхтоков, замыканий на землю и перегрузки		<b>MRI3-</b>	<b>I</b>		<b>T</b>				
3-фазное измерение $I>$ , $I>>$									
Номинальный ток	1 А								
в сбойной фазе	5 А								
Температурный элемент									
Измерение тока заземления	отсутствует								*
Номинальный ток	1 А								E 1
	5 А								E 5
Направленность замыкания на землю									
	отсутствует								*
Номинальное напряжение замыкания на землю	100 В								R1
	230 В								R2
	400 В								R4
Корпус (12TE)	19"-rack								A
	Монтаж заподлицо								D
RS485 (или, как альтернатива, с протоколом Modbus)									* -M

## Лист настроек **MRI3-ITE(R)**

Проект: \_\_\_\_\_ № проекта SEG: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ Функциональная группа: = \_\_\_\_\_ Местоположение: + \_\_\_\_\_ Код \_\_\_\_\_ блока

защиты: - \_\_\_\_\_

Функции блока защиты: \_\_\_\_\_ Пароль: \_\_\_\_\_

Дата: \_\_\_\_\_

### Примечание!

Все установленные параметры должны быть проверены на месте эксплуатации и, в случае необходимости, подстроены в соответствии с защищаемым объектом.

### Установка параметров

#### Системные параметры MRI3

Функция	Тип блока защиты MRI3-	IT	ITE	ITER	Значение по умолчанию	Фактическое значение
L1; L2; L3	$I_{primdr}$ (фаза)	X	X	X	SEK	
E	$I_{primdr}$ (земля)		X	X	SEK	
IE>; UE>	$U_{prim}/U_{sek}$ (земля)			X	SEK	
	1:1 / 3pha / e-n			X	3pha	
	50 / 60 Гц	X	X	X	50 Hz	
	Индикация активирования	X	X	X	FLSH	
P2/FR	Переключатель параметры/внешнее включение модуля записи аварийных событий	X	X	X	SET1	

#### Параметры защиты

Функция	Модуль	IT	ITE	ITER	Значение по умолчанию	Фактическое значение	
						Set 1	Set 2
	2 набора параметров		X	X	Set 1/Set 2	Set 1	Set 2
$I_{в,А}$	Первичный ток защиты по температурной перегрузке (элемент незначительного превышения)		X	X	X	0.40	
Ka	Константа		X	X	X	0.50	
$I_{в,Т}$	Первичный ток защиты по температурной перегрузке (элемент значительного превышения)		X	X	X	0.40	
$k_T$	Константа		X	X	X	0.50	
$\tau_C$	Константа времени (остывание)		мин	X	X	X	0.5
$\tau_W$	Константа времени (разогрев)		мин	X	X	X	0.5
I>	Пороговое значение сверхтока в фазе		X	X	X	0.20	
CHAR I>	Характеристика срабатывания для элемента фазового сверхтока		X	X	X	DEFT	
tI>	Задержка времени для элемента фазового сверхтока		(s)	X	X	X	0.06
I>+CHARI>	Метод возврата		X	X	X		
I>>	Значение срабатывания для элемента значительного сверхтока		X	X	X	1.00	
tI>>	Значение задержки срабатывания для элемента значительного сверхтока		s	X	X	X	0.06
1:1/3pha/e-n	Измерение остаточного напряжения				X	3pha	
U <sub>E</sub>	Пороговое значение остаточного напряжения		V		X	1/2/5	
I <sub>E&gt;</sub>	Пороговое значение для ступени незначительного превышения тока заземления		X	X	X	0.01	
WARN/TRIP	Значение параметра «предупреждение/размыкание»				X	TRIP	
CHAR I <sub>E</sub>	Характеристика срабатывания для элемента сверхтока заземления			X	X	DEFT	
tIE>	Задержка времени для элемента сверхтока заземления		(s)	X	X	0.06	

Функция	Модуль	IT	ITE	ITER	Значение по умолч	Фактическое значение
---------	--------	----	-----	------	-------------------	----------------------

						<b>анию</b>	<b>ие</b>
IE>>	Значение срабатывания для ступени значительного сверхтока в заземлении	$x I_N$		X	X	0.01	
tIE>>	Задержка времени для элемента значительного сверхтока в заземлении	s		X	X	0.06	
SIN/COS	Параметр SIN/COS				X	SIN	
t <sub>CBFP</sub>	Время срабатывания по отказу выключателя	X	X	X	X	EXIT	
Block/Trip	Время блокирования/размыкания	s	X	X		EXIT	
RS*	Скорость передачи данных по последовательному интерфейсу		X			9600	
RS*	Контроль четности в последовательном интерфейсе		X	X	X	even	
RS	Подчиненный адрес последовательного интерфейса		X	X	X	1	

\*только по протоколу Modbus

**Назначение функции блокирования:**

	Значения по умолчанию		Фактические значения	
	Набор 1	Набор 2	Набор 1	Набор 2
Переключение параметров				
Блокирование защитной функции PR_B Блокирование стадии размыкания TR_B	PR_B	PR_B		

Функция	Значения по умолчанию				Фактические значения			
	Блокирование		Блокирования нет		Блокирование		Блокирования нет	
	Набор 1	Набор 2	Набор 1	Набор 2	Набор 1	Набор 2	Набор 1	Набор 2
I>			X	X				
I>>	X	X						
I <sub>E&gt;</sub>			X	X				
I <sub>E&gt;&gt;</sub>			X	X				
t <sub>CBFP</sub>			X	X				

**Назначение выходных реле**

Функция	Реле 1		Реле 2		Реле 3		Реле 4	
	Значение по умолчанию	Фактическое значение						
I <sub>B,A</sub> сигнал тревоги			X					
I <sub>B,A</sub> срабатывание	X							
I <sub>B,T</sub> сигнал тревоги			X					
I <sub>B,T</sub> срабатывание	X							
I> сигнал тревоги					X			
I> срабатывание	X							
I>> сигнал тревоги					X			
I>> срабатывание	X							
IE>(V) сигнал тревоги							X	
IE>(V) срабатывание	X							
IE>>(V) сигнал тревоги							X	
IE>>(V) срабатывание	X							
IE>(R) сигнал тревоги							X	
IE>(R) срабатывание	X							
IE>>(R) сигнал тревоги							X	
IE>>(R) срабатывание	X							
TCBFP срабатывание								

## Параметры записи аварийных событий

Функция		Модуль	Значение по умолчанию	Фактическое значение
FR	Количество записей		2	
FR	Сохранение записи о сбойной ситуации		TRIP	
FR	Время перед импульсом триггера	Секунды	0,05	
⊕	Значение года	Год	Y=00	
⊕	Значение месяца	Месяц	M=00	
⊕	Значение числа	Число	D=00	
⊕	Значение часа	Часы	h=00	
⊕	Значение минуты	Минуты	m=00	
⊕	Значение секунды	Секунды	s=00	

## Установка кодовых перемычек

Обозначение кодовой перемычки	J1		J2		J3	
	Значение по умолчанию	Фактическое значение	Значение по умолчанию	Фактическое значение	Значение по умолчанию	Фактическое значение
Замкнута						
Разомкнута	X		Нет функции		X	

Обозначение кодовой перемычки	Значительно/незначительное превышение для входа возврата		Значительно/незначительное превышение для входа блокирования	
	Значение по умолчанию	Фактическое значение	Значение по умолчанию	Фактическое значение
Незначительное превышение = замкнута	X		X	
Значительное превышение = разомкнута				

Настоящее техническое руководство соответствует программному обеспечению версий:

D21-1.03 (MRI3-ITI-ITE)

D30-1.03 (MRI3-ITER)

Версия программного обеспечения протокола Modbus:

D71-1.02 (MRI3-IT-M/-ITE-M)

D80-1.02 (MRI3-ITER-M)



### Schaltanlagen-Elektronik-Geräte GmbH & Co. KG

Abteilung Gerätevertrieb / Electronic Devices Sales Department

Krefelder Weg 47 · D - 47906 Kempen (Germany)

Postfach 10 07 67 (P.O.B.) · D - 47884 Kempen (Germany)

Tel.: +49 (0)21 52 1 45-1 · Fax.: +49 (0)21 52 1 45-3 54

e-mail: electronics@avkseg.com





**Woodward SEG GmbH & Co. KG**

Krefelder Weg 47 · D – 47906 Kempen (Germany)

Postfach 10 07 55 (P.O.Box) · D – 47884 Kempen (Germany)

Phone: +49 (0) 21 52 145 1

**Internet**

Homepage <http://www.woodward-seg.com>

Documentation <http://doc.seg-pp.com>

**Sales**

Phone: +49 (0) 21 52 145 635 · Telefax: +49 (0) 21 52 145 354

e-mail: [kemp.electronics@woodward.com](mailto:kemp.electronics@woodward.com)

**Service**

Phone: +49 (0) 21 52 145 614 · Telefax: +49 (0) 21 52 145 455

e-mail: [kemp.pd@woodward.com](mailto:kemp.pd@woodward.com)